

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA PENGANAN  
OTAK-OTAK YANG BEREDAR DI KOTA MAKASSAR**



**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Sains  
Jurusan Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

**ZULFIANI**

**NIM: 60300112106**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN ALAUDDIN MAKASSAR  
2018**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zulfiani  
NIM : 60300112106  
Tempat/Tgl. Lahir : Batu Tanre, 14 Agustus 1993  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Alamat : Pondok Eksklusif Gammara Jl. H. M. Yasin Limpo No.36  
Gowa, Sulawesi Selatan.  
Judul : Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Penganan Otak-  
Otak yang beredar di Kota Makassar

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Gowa, 26 Maret 2018

Penyusun,

**Zulfiani**

**NIM: 60300112106**

## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah swt, atas rahmat dan hidayahnya. Dengan menyebut nama Allah swt yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Penganan Otak-Otak yang beredar di Kota Makassar”**.

Skripsi ini telah peneliti susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan skripsi ini. Untuk itu peneliti menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan skripsi ini.

Sebuah persembahan dan terima kasih yang khusus peneliti persembahkan kepada Ayahanda **Abdul Kadir** dan Ibunda **Sahida** yang telah mencurahkan seluruh kasih sayangnya, berkorban, yang telah bekerja keras sepenuh membesarkan dan membiayai penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan pada bangku kuliah hingga mendapatkan gelar Sarjana.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini dapat selesai berkat dukungan dan bantuan dari pihak-pihak langsung maupun tidak langsung yang memperlancar jalannya penyusunan skripsi ini. Olehnya secara mendalam peneliti sampaikan banyak terima kasih kepada semua yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini diantaranya adalah:

1. Bapak Prof. Dr. Musafir Pababbari, M.Si. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar yang telah memberikan kebijakan-kebijakan membangun UIN Alauddin Makassar agar lebih berkualitas sehingga dapat bersaing dengan Universitas lainnya.
2. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, beserta Wakil Dekan I, Wakil Dekan II, Wakil Dekan III, dan seluruh staf administrasi yang telah memberikan berbagai fasilitas kepada kami selama masa pendidikan.
3. Bapak Dr. Mashuri Masri S.Si., M.Kes. selaku Ketua Jurusan Biologi dan Bapak Hasyimuddin, S.Si., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi sekaligus sebagai penguji I dalam menyusun skripsi..
4. Ibu Isna Rasdianah Aziz, S.Si.,M.Si. selaku penasehat akademik selama 12 semester.
5. Ibu Hafsan, S.Si., M.Pd. selaku pembimbing I dan Ibu Ulfa Triyani A. Latif, S.Si., M.Pd. selaku pembimbing II, terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala arahan dan bimbingannya selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Muh. Thahir Maloko, M.Hi. selaku penguji II, terima kasih yang sebesar- besarnya atas segala kritik, saran, dan arahan yang membangun selama penyusunan skripsi.
7. Seluruh Staf pengajar terkhusus dosen Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi dan pegawai akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang telah banyak membimbing dan membantu penulis selama kuliah pada Fakultas Sains dan Teknologi jurusan Biologi.

8. Bapak dan Ibu dosen dalam jajaran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang selama ini telah mendidik penulis dengan baik, sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikannya pada tingkat perguruan tinggi.
9. Pegawai Laboratorium Riset Kimia fakultas Sains dan Teknologi yang telah banyak membantu selama melakukan penelitian dan telah memberikan dukungannya.
10. Kepada saudaraku Fitri Anti, M. saif, Risal Afandi, Andirwandi, dan M. Agis Agunandi, serta kakak ipar dan keponakan Andi Aryadi dan Andi Ikramullah yang selalu memberi semangat dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhirnya.
11. Saudara seperjuanganku Silvana Manan, Apriyanti Angreyni, Ahmad Nur, serta teman-teman kelas C 2012 yang senantiasa memberikan semangat, saran dan bantuannya, serta setia menemani penulis dalam suka maupun duka, menghadirkan cerita warna warni dalam bingkai persaudaraan.
12. Teman-teman “**RANVIER**” (Biologi Angkatan 2012) yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat serta menghadirkan banyak cerita-cerita selama kurang lebih 5 tahun.
13. Adik-adik Mahasiswa jurusan Biologi 2013, 2014, 2015, 2016, dan 2017.
14. Terima kasih kepada teman-teman KKN Angkatan ke-51 Kecamatan Polongbangkeng Utara Kabupaten Takalar yang memberikan banyak pelajaran dan kenangan selama KKN.
15. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat dituliskan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa karya sederhana ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari pada pembaca, sebagai bahan perbaikan kedepannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Semoga kita selalu dalam lindungan Allah serta dilimpahkan rahmat dan ridho-Nya. Amin.

Gowa, 26 Maret 2018

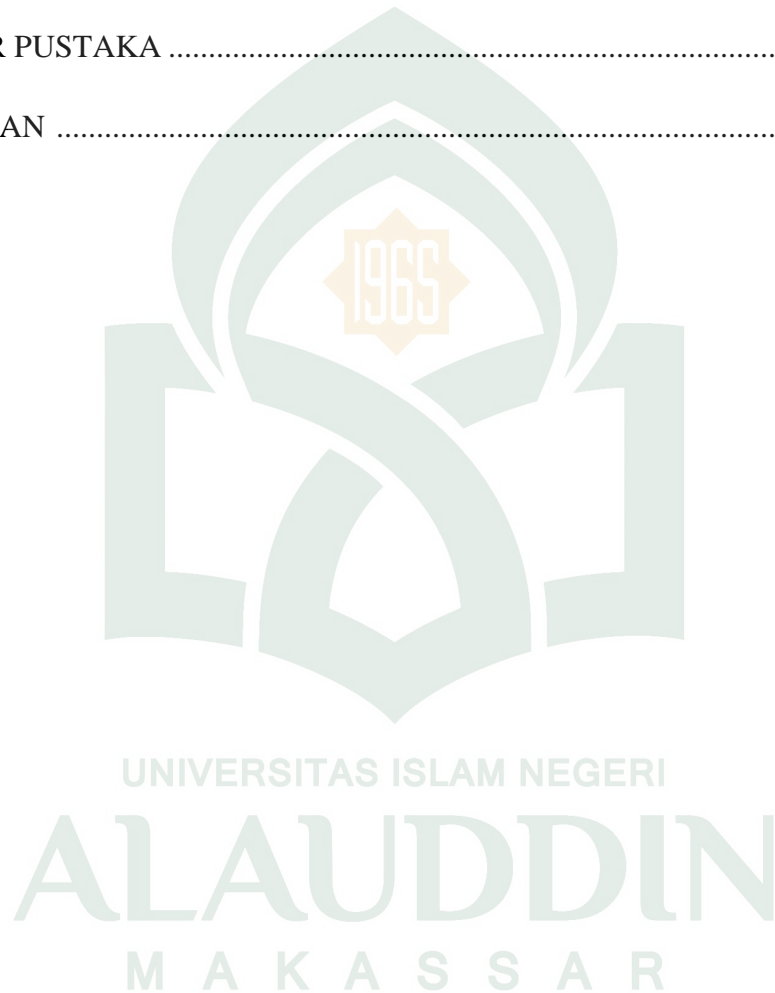
Penulis



## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING . ....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR ILUSTRASI .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK .....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1-8
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
D. Kajian Pustaka .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	8
F. Kegunaan Penelitian.....	8
BAB II. TINJAUAN TEORITIS.....	9-41
A. Ayat yang Relevan .....	9
B. Tinjauan Umum Makanan yang Sehat.....	10
C. Tinjauan Umum Makanan Otak-Otak.....	14
D. Tinjauan Umum Logam Berat Timbal .....	20
E. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	36
F. Kerangka Fikir .....	41
BAB III. METODEDEDOLOGI PENELITIAN .....	42-46
A. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	42
B. Lokasi Penelitian.....	42
C. Populasi dan Sampel .....	43
D. Variabel Penelitian .....	43
E. Definisi Operasional Variabel.....	43
F. Alat dan Bahan .....	44
G. Instrument Penelitian (Alat dan Bahan).....	44
H. Prosedur Kerja.....	46

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	47-50
A. Hasil Penelitian .....	47
B. Pembahasan.....	50
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
A. Kesimpulan .....	57
B. Saran .....	57
 DAFTAR PUSTAKA .....	58-61
 LAMPIRAN .....	62-77





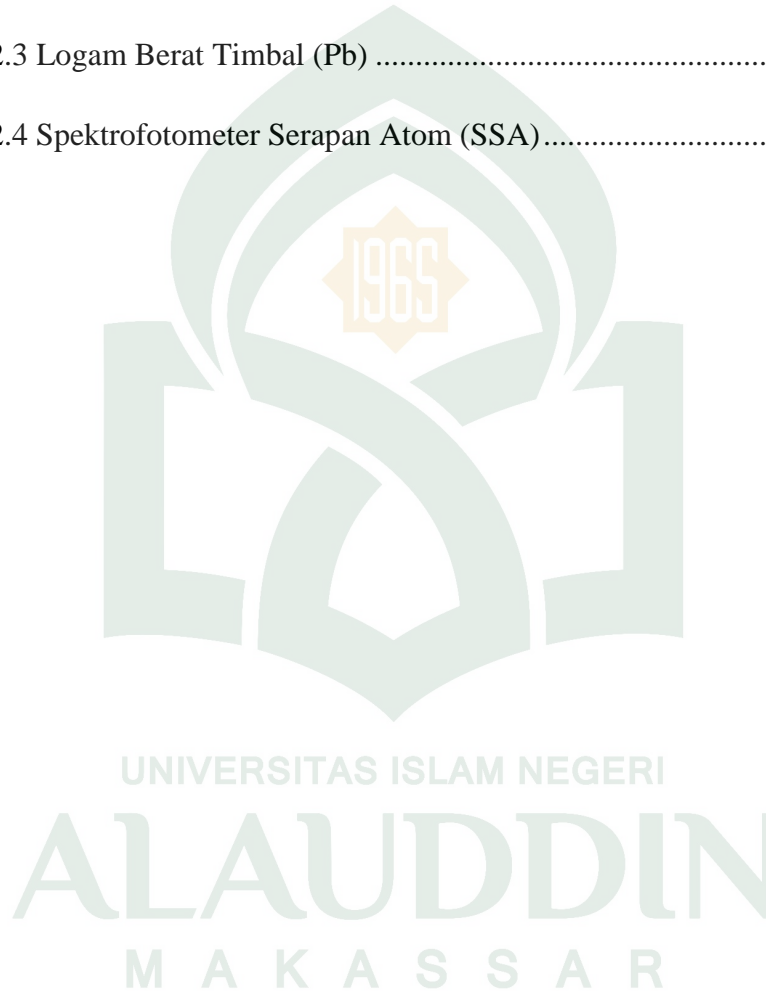
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Makanan .....	13
Tabel 4.1 Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Otak-Otak .....	48



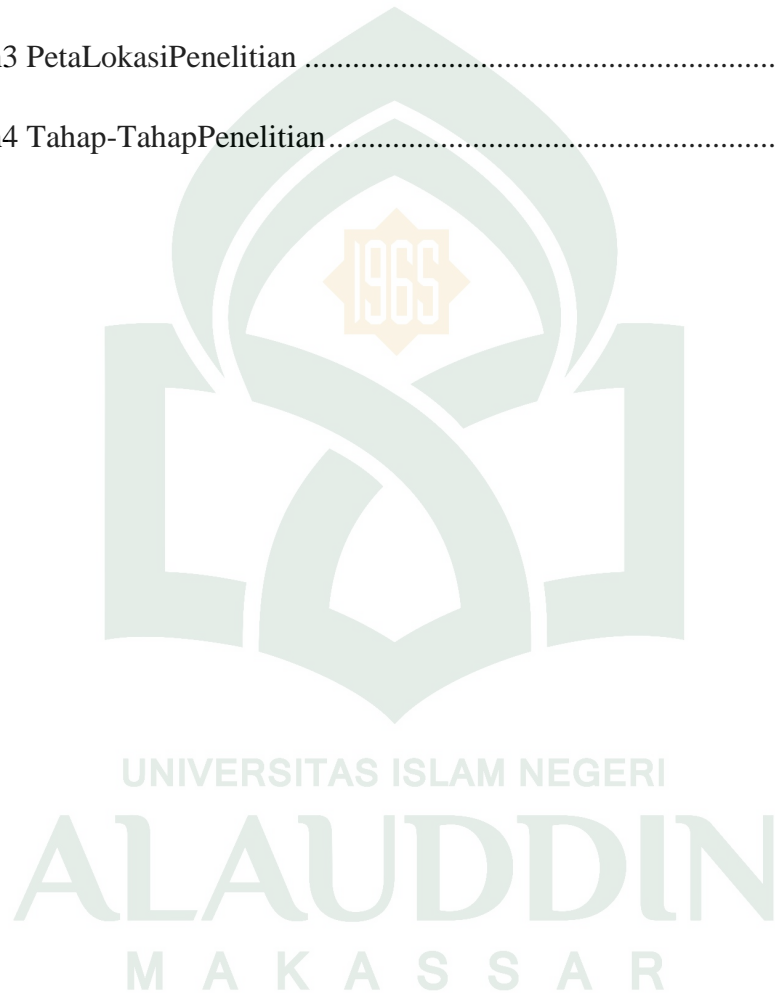
## DAFTAR ILUSTRASI

Gambar 2.1 Penganan Otak-Otak Khas Makassar .....	17
Gambar 2.2 Morfologi Ikan Tenggiri ( <i>Scomberomorus Commerson</i> ) .....	18
Gambar 2.3 Logam Berat Timbal (Pb) .....	27
Gambar 2.4 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) .....	38



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1 Diagram AlurMetodePenelitian.....	62
Lampiran2 PerhitunganKadar LogamBeratTimbal (Pb).....	63-67
Lampiran3 PetaLokasiPenelitian .....	68-70
Lampiran4 Tahap-TahapPenelitian.....	71-77



## **ABSTRAK**

**Nama : Zulfiani**

**NIM : 60300112106**

**Judul Skripsi : Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Penganan Otak-Otak yang beredar di Kota Makassar**

---

Makanan yang sehat merupakan makanan yang mengandung zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh yaitu makanan bergizi dan baik untuk dikonsumsi. Otak-otak merupakan makanan yang mengandung gizi yang tinggi karena berbahan dasar ikan laut, otak-otak juga berisiko terhadap kesehatan seperti otak-otak yang terkontaminasi oleh mikroba, bahan tambahan pangan yang tidak diizinkan maupun logam berat timbal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) yang terdapat pada penganan otak-otak yang beredar di kota Makassar. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, observasi, dokumentasi, destruksi dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk menganalisis atau mengukur logam berat timbal (Pb). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) yang terkandung dalam penganan otak-otak pada titik A menunjukkan kadar logam timbal (Pb) adalah 0,573 mg/kg, pada titik B adalah 0.573mg/kg, pada titik C adalah 0,935 mg/kg, pada titik D adalah 1.91 mg/kg dan titik E adalah 0.636 mg/kg. Logam berat timbal Pb yang terkandung pada otak-otak masih dibawah standar SNI No.7387:2009, sehingga otak-otak tersebut aman untuk dikonsumsi.

**Kata Kunci : Otak-otak, Logam berat timbal (Pb)**

## ABSTRACT

**Name : Zulfiani**

**NIM : 60300112106**

**Thesis Title : Analysis Of Heavy Metal (Pb) In The Food The Brains  
Circulating In The City Of Makassar**

---

The Healthy foods is contain substances needed by the body that is nutritious and good to eat. Otak-otak are foods that contain a high nutrient for basic made from sea fish, Otak-otak also health risks such as otak-otak contaminated by microbes, foods additional materials that are not allowed and heavy metals lead. This study was conducted to determine the content of heavy metals lead (Pb) contained in confectionary otak-otak circulating in the city of Makassar. The method used in this research, observation, documentation, digestion and Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) for analyzing or measuring the heavy metals lead (Pb). The results showed that the heavy metal content of lead (Pb) contained in confectionary otak-otak at points A is 0,573 B 0.573mg/kg C 0,935 mg/kg D 1.91 mg/kg and E 0.636 mg/kg all samples confectionary fish of otak-otak. Heavy metals lead Pb contained in brains still under ISO standards No.7387: 2009, so the otak-otak are safe for consumption.

**Keywords:** Otak-otak, heavy metals lead (Pb)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### ***A. Latar Belakang***

Sumber daya manusia yang baik dan berkualitas dihasilkan dari tubuh yang sehat dengan mengonsumsi makanan yang bergizi. Makanan juga merupakan salah satu bagian yang penting untuk kesehatan manusia, karena dari makanan yang dikonsumsi tubuh manusia mendapatkan asupan-asupan yang dibutuhkan untuk beraktifitas. Makanan sehat merupakan makanan yang mengandung zat-zat yang diperlukan oleh tubuh, seperti karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin. Faktor kebersihan juga mempengaruhi kualitas makanan. Namun, dapat pula diingat bahwa setiap saat dapat saja terjadi penyakit-penyakit yang timbul akibat dari makanan yang dikonsumsi atau dalam istilah asingnya dikenal dengan *food borne diseases* (Suwondo, 2004).

Pangan atau makanan mempunyai fungsi yang sangat amat penting untuk manusia karena merupakan kebutuhan utama dan menentukan kelangsungan hidup manusia. Hak atas pangan adalah hak asasi yang paling penting setelah hidup. Oleh karena itu setiap manusia berhak atas pangan yang memadai baik kualitas dan kuantitasnya. Makanan yang aman merupakan faktor yang penting untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Menurut undang-Undang RI No 7 tahun 1996, keamanan pangan didefinisikan sebagai kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, benda lain yang dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia (Titin, 2010).

Terjemah:

Menurut (Shihab, 2010), makna dari Q.S Al-Maidah/5: 88 yaitu makanlah apa saja yang halal dan baik menurut selera kalian, dari makanan yang diberikan dan dimudahkan Allah untuk kalian. Takutlah dan taatlah selalu kepada Allah selama kalian beriman kepadanya. Berdasarkan ayat tersebut maka diperlukan sebuah upaya untuk menghasilkan makanan yang baik yaitu memenuhi standar kesehatan yang bebas dari sumber cemaran berupa bakteri patogen maupun bahan berbahaya seperti logam berat.

Semua jenis ikan merupakan bahan pangan sumber protein hewani yang relatif murah dibandingkan sumber protein hewan lainnya. Sebagai bahan penganan ikan telah diidentifikasi memiliki keunggulan tertentu. Di samping penyediaan protein hewan yang relatif tinggi jumlahnya, ikan juga memberikan asam-asam lemak tak jenuh, vitamin dan mineral yang sangat diperlukan oleh tubuh. Ikan cepat mengalami proses pembusukan. Oleh karena itu pengawetan ikan perlu diketahui oleh semua lapisan masyarakat, untuk pengawetan yang bermutu tinggi, diperlukan perlakuan

yang baik selama proses, misalnya menjaga kebersihan bahan dan peralatan yang digunakan. Berbagai jenis biota hasil perairan telah dimanfaatkan memenuhi kebutuhan protein dan sekaligus untuk mencerdaskan bangsa. Namun konsumsi hasil perikanan masyarakat masih relatif rendah yaitu 21,7 kg / kapita / tahun. Oleh sebab itu DKP menargetkan pada tahun 2010 tingkat konsumsi masyarakat akan hasil perikanan dapat meningkat 30 kg / kapita / tahun (Dahuri, 2012)

Rendahnya nilai tingkat konsumsi perikanan masyarakat Indonesia disebabkan karena nilai tersebut merupakan angka rata-rata sehingga tidak mencerminkan keadaan yang sebenarnya. Sebagaimana diketahui untuk wilayah tertentu konsumsi ikan sangat tinggi bahkan bisa mencapai 1 kg / kapita / hari. Sementara wilayah lainnya bisa tidak mengkonsumsi ikan yang bermukim jauh dari pantai, karena tidak tersediannya ikan segar di daerah tersebut dengan kata lain distribusi hasil perikanan tidak merata.

Berdasarkan hal tersebut untuk meningkatkan konsumsi ikan perlu disiapkan berbagai produk olahan yang siap saji dengan harga yang terjangkau seperti penganan otak-otak. Penganan otak-otak yang di jual dari beberapa toko yang dikonsumsi oleh masyarakat selain mudah didapat juga memiliki cita rasa yang cocok dengan selera masyarakat. Otak-otak merupakan modifikasi produk olahan antara bakso dan kamaboko, yang terbuat dari bahan dasar ikan, yang dibungkus dengan daun kemudian dimasak sesuai dengan selera bisa dikukus, dipanggang dan digoreng. Pembuatan otak-otak tidak jauh berbeda dengan pembuatan penganan yang berbahan dasar ikan seperti bakso, nugget, sosis, empek-empek dan lain-lain.

Otak-otak merupakan makanan ciri khas kota Makassar yang banyak diminati oleh masyarakat setempat maupun masyarakat di luar daerah untuk menjadikan



penganan otak-otak sebagai oleh-oleh. Penganan otak-otak mengandung gizi yang tinggi karena berbahan dasar ikan laut. Penganan otak-otak juga beresiko terhadap kesehatan seperti otak-otak yang terkontaminasi oleh mikroba beracun, penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) yang tidak diizinkan maupun logam timbal (Pb). Kontaminasi logam timbal (Pb) dapat berasal dari bahan dasar seperti ikan yang sudah tercemar dan alat memasak yang terbuat dari logam, wadah dan juga melalui pernapasan seperti asap pengendara dan limbah dari pabrik pabrik. Logam timbal (Pb) dapat menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan.

Umumnya logam berat timbal (Pb) tidak berbahaya namun jika dalam makanan yang konsentrasi melebihi batas aman yang telah ditentukan oleh Dirjen POM dalam keputusan Dirjen POM Nomor HK.00.06.1..52.4011 Tahun 2009 yaitu 0,25 ppm. Sedangkan batas aman yang ditentukan oleh BSNI Nomor 7387:2009 yaitu 0,3 ppm kadar Pb yang paling tinggi yaitu sebanyak 1,44 ppm dapat menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan. Sumber logam berat yang masuk kedalam makanan atau minuman antara lain dari air yang digunakan yang berasal dari air tanah, seperti yang diketahui air tanah masih banyak mengandung jenis logam berat, kemudian melalui alat-alat memproses, mengolah atau memproduksi suatu makanan masih banyak yang menggunakan alat-alat yang terbuat dari logam (Diana 2012). Melihat tingginya minat masyarakat untuk mengonsumsi penganan otak-otak sebagai salah satu khas kota makassar dan aspek halal dalam setiap makanan yang dikonsumsi, maka saya mengambil judul penelitian “Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Makanan Otak-Otak yang Beredar di Kota Makassar”.

## ***B. Rumusan Masalah***

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kadar logam berat timbal (Pb) pada panganan otak-otak yang beredar di kota makassar?

## ***C. Ruang Lingkup Penelitian***

Ruang lingkup penelitian ini akan dibatasi pada logam berat timbal (Pb), pada makanan otak-otak yang diuji dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Penelitian ini diuji di Laboratorium Riset Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar dengan pengambilan sampel di beberapa toko oleh-oleh khas makassar.

## ***D. Kajian Pustaka***

Berikut beberapa penelitian yang memiliki relevansi dengan penelitian ini, di antaranya:

1. Rismansyah dkk (2015) yang berjudul “Analisis Kandungan Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Pempek Rebus dari Beberapa Tempat Jajanan di Kota Palembang Sumatera Selatan”. Bahwa berdasarkan hasil pengujian beberapa sampel pempek yang dijual dari beberapa tempat di kota Palembang, baik pedagang besar (bermerek) maupun pedagang kecil menunjukkan bahwa adanya kandungan logam timbal yang melebihi baku mutu cemaran logam berat dalam pangan, sedangkan kandungan logam kadmium masih di bawah baku mutu cemaran logam berat dalam pangan. Data kandungan logam timbal dan kadmium dalam sampel pempek yang diuji. Kadar rata-rata logam timbal yang terdapat

dalam pempek rebus yang berbahan baku ikan gabus maupun pempek rebus yang berbahan baku ikan laut sudah melebihi baku mutu (0,3 mg/kg). Fakta ini harus diwaspadai karena adanya kandungan logam berat (Pb) dalam makanan yang melebihi baku mutu akan berdampak negatif terhadap kesehatan apabila mengkonsumsi makanan tersebut apalagi bila mengkonsumsinya secara terus menerus.

2. Rahayu dkk (2014) yang berjudul “ Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Kaleng Yang Beredar Di Pasar Moderen Kota Gorontalo” Bahwa seluruh sampel ikan kaleng yang diperiksa mengandung logam berat timbal (Pb) dan telah melebihi standar nasional Indonesia yaitu 0,3 ppm. logam berat timbal pada seluruh merek ikan kaleng yang diperiksa dengan kadar yang berbeda-beda. Rata-rata kadar timbal pada ikan kaleng yaitu sampel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11 berturut-turut adalah 0,64 ppm, 0,88 ppm, 0,70 ppm, 0,58 ppm, 1,19 ppm, 1,04 ppm, 1,25 ppm, 1,16 ppm, 0,90 ppm, 1,44 ppm dan 1,01 ppm. Kadar timbal yang paling tinggi terdapat pada sampel nomor 10 yaitu sebanyak 1,44 ppm, sementara itu untuk kadar timbal yang paling rendah yaitu terdapat pada sampel nomor 4 yaitu sebanyak 0,58 ppm.
3. Nurhajjah (2017) yang berjudul “Kandungan Logam Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Orgsan Kulit, Daging dan Hati Ikan Layang (*Decapterus Russellii*) di Perairan Pantai Losari Makassar” Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) yang terkandung dalam organ kulit, daging dan hati ikan Layang (*Decapterus russelli*) pada Stasiun A dan Stasiun B melewati ambang batas karena memiliki nilai rata-rata yaitu semuanya diatas 5,0 mg/kg. Dan kandungan logam berat cadmium (Cd) yang terkandung dalam

organ kulit dan daging ikan Layang (*Decapterus russelli*) pada Stasiun A dan Stasiun B tidak melewati ambang batas karena memiliki nilai rata-rata yaitu dibawah 2,0 mg/kg sedangkan pada organ hati melewati ambang batas karena memiliki nilai rata-rata yaitu diatas 2,0 mg/kg. Ikan Layang (*Decapterus russelli*) yang diperoleh dari perairan Pantai Losari Kota Makassar saat ini sudah tercemar dan tidak layak lagi untuk dikonsumsi.

4. Hardinawati (2017) yang berjudul “Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Hati, Daging dan Kulit Ikan Baronang di Pulau Lae-Lae”. Bahwa pada stasiun I nilai kadar logam berat timbal (Pb) pada ikan baronang tompel (*siganus guttatus*) bagian organ hati yaitu 3.124 mg/kg. daging yaitu 2.481 mg/kg dan kulit yaitu 3,511 mg/kg. sedangkan pada stasiun II kadar logam berat timbal (Pb) pada ikan baronang tompel (*siganus guttatus*) bagian organ hati yaitu 3.429 mg/kg. daging yaitu 3.012 mg/kg, dan kulit yaitu 3.630 mg/kg. Kandungan logam berat timbal (Pb) paling tinggi yang terletak pada stasiun I (sebelah timur) dan stasiun II (sebelah barat) yaitu pada organ kulit yaitu 3,511 mg/kg dan 3.630 mg/kg. kandungan logam berat timbal (Pb) terendah terletak pada organ daging yaitu 2.286 mg/kg dan 3.012 mg/kg. Stasiun I dan stasiun II kadar logam berat timbal (pb) pada ikan baronang tompel (*siganus guttatus*) bagian organ hati, daging, dan kulit telah melewati ambang batas berdasarkan keputusan Standar Nasional Indonesia no.7387/2009 ambang batas logam berat timbal Pb pada ikan dan olahannya adalah 2.0 mg/kg dan sudah tidak layak untuk dikonsumsi.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar logam timbal (Pb) pada makanan otak-otak yang beredar di kota makassar.

#### ***F. Kegunaan Penelitian***

Adapun hasil yang diharapkan dapat memberikan manfaat kepada:

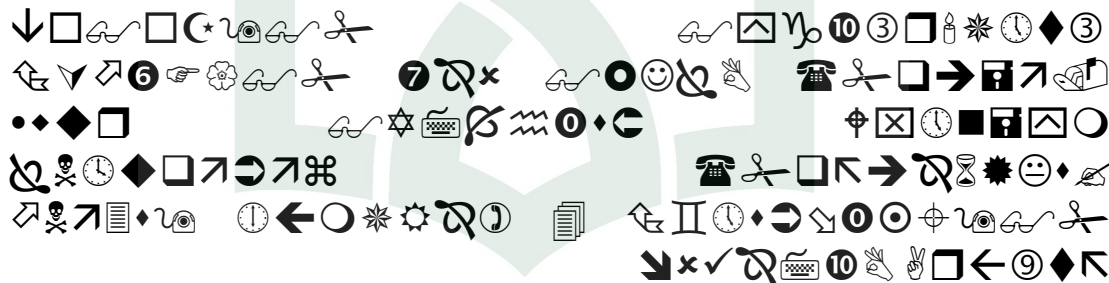
1. Bagi Instansi
  - a. Sebagai masukan bagi pengambilan keputusan suatu instansi atau institusi dalam menentukan kebijakan yang berkaitan makanan yang terkontaminasi dengan logam berat timbal.
  - b. Memberikan informasi bahaya logam berat timbal (Pb).
  - c. Sebagai tambahan informasi bahwa kelebihan batas yang sudah ditetapkan logam timbal Pb dapat berdampak buruk bagi kesehatan.
2. Bagi Masyarakat
  - a. Menambah pengetahuan masyarakat agar lebih berhati-hati memilih makanan yang dikonsumsi.
  - b. Meningkatkan pengetahuan peneliti dan menambah masukan pengetahuan kepada peneliti mengenai makanan yang terkontaminasi dengan logam berat timbal (Pb).
  - c. Dapat dijadikan bahan kajian untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN TEORITIS

#### A. Ayat Yang Relevan

Pada dasarnya semua apa yang terdapat di muka bumi ini diciptakan Allah swt, bagi manusia dan makhluk lainnya. Oleh sebab itu, apa yang dihasilkan di bumi, baik berupa tanaman dan tumbuh-tumbuhan, hewan ternak dan berbagai macam makanan dan minuman. Hal ini juga telah di jelaskan dalam Al-qur'an bahwa sesungguhnya Allah menciptakan segala sesuatu tidak ada yang sia-sia. Sebagaimana firman Allah swt dalam QS Al-Baqarah ayat/2:168:



Terjemah:

“Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu” (Kementerian Agama RI, 2009).

Menurut (Shihab, 2010), makna dari QS al-Baqarah/2:168 yaitu wahai manusia, makanlah apa yang Kami ciptakan di bumi dari segala yang halal yang tidak kami haramkan dan yang baik-baik yang disukai manusia. Janganlah mengikuti jejak langkah setan yang merayu kalian agar memakan yang haram atau menghalalkan segala sesuatu yang haram. Kalian *Sesungguhnya* telah mengetahui permusuhan dan kejahatan-kejahatan setan.

### ***B. Tinjauan Umum Makanan yang Sehat***

Pangan atau makanan mempunyai fungsi yang sangat amat penting untuk manusia karena merupakan kebutuhan utama dan menentukan kelangsungan hidup manusia. Hak atas pangan adalah hak asasi yang paling penting setelah hidup. Oleh karena itu setiap manusia berhak atas pangan yang memadai baik kualitas dan kuantitasnya (Titin, 2010)

Makanan yang sehat merupakan makanan yang mengandung zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh. Makanan sehat mengandung gizi yang seimbang, yaitu makanan yang bergizi dan baik dikonsumsi oleh tubuh. Makanan yang sehat merupakan makanan yang tepat untuk menambah nutrisi bagi tubuh, yang di dalamnya terkandung zat-zat gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral dan air (Hardani, 2012).

Makanan yang sehat mencapai status gizi yang baik dan optimal dimulai dengan penyediaan pangan yang cukup, diperoleh melalui produksi pangan dalam negeri melalui upaya pertanian dalam menghasilkan bahan makanan pokok, lauk pauk, sayur mayur, dan buah-buahan. Agar produksi pangan dapat dimanfaatkan setinggi-tingginya maka perlu diberikan perlakuan pascapanen sebaik-baiknya. Tujuan utama perlakuan pascapanen adalah menyiapkan hasil panen agar tahan disimpan untuk waktu jangka panjang tanpa mengalami kerusakan terlalu banyak dan dapat dipasarkan dalam kondisi baik. Dalam melakukan pascapanen belum semuanya dikatakan memuaskan, karena masih banyak bahan pangan yang terbuang mubazir dan perlakuan yang kurang baik dalam tahap penanganan pascapanen (Tuti, 2002).



Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2012 adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan, dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya, yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan pembuatan makanan atau minuman. menjelaskan bahwa tubuh manusia memerlukan pangan untuk memenuhi tiga kegunaan pangan yang disebut dengan istilah Triguna Makanan, yaitu kebutuhan akan tenaga, pembangunan atau pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh, dan mengatur proses-proses dalam tubuh. Menurut kegunaannya, pangan dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu sebagai sumber tenaga, sumber pembangunan dan sumber pengatur, berdasarkan kandungan zat gizi utama di dalam pangan (Indriani, 2015).

Makanan yang berkualitas akan dapat meningkatkan kesehatan dan kecerdasan. Konsumsi zat gizi yang seimbang dan beragam yang didapat dari keanekaragaman bahan pangan, akan menentukan kualitas zat gizi yang dikonsumsi. Salah satu bahan pangan yang mengandung nilai gizi yang tinggi yaitu ikan. Ikan merupakan bahan pangan yang mengandung nutrisi lengkap dan kandungan Omega 3 sangat baik untuk meningkatkan kecerdasan, menjaga kesehatan dan meningkatkan stamina. Pada umur anak balita, protein sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tubuh dan perkembangan otak. Kandungan protein ikan tidak kalah dengan protein yang berasal dari daging, susu dan telur. Selain itu ikan adalah salah satu sumber protein hewani yang harganya lebih murah dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya seperti daging sapi dan daging ayam. Berbagai penelitian membuktikan bahwa ikan diterima oleh



mayoritas agama, ras dan suku bangsa (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumbar, 2011).

Hasil perikanan Indonesia, baik dalam bentuk segar maupun olahan, semakin diminati pasar dalam maupun luar negeri. Permasalahan terletak pada produk dalam bentuk segar yang dapat mengalami kemunduran mutu. Oleh karena itu perlu upaya mempertahankan mutu dengan cara penanganan yang tepat agar ikan tetap segar atau dalam wujud olahan. Bahkan dengan cara mengawetkan dan mengolahnya, secara ekonomis nilai tambah produk juga meningkat. Peningkatan konsumsi ikan masyarakat akan diikuti dengan produktifitas kelautan dan perikanan Indonesia sehingga membantu mengembangkan jaringan usaha mikro, makro dan menengah. Ketersediaan pasokan secara kontinu dapat mendukung peningkatan konsumsi ikan. (Achmad, 2012).

### **1. Karakteristik makanan yang sehat**

Makanan yang sehat merupakan makanan yang mengandung zat-zat yang diperlukan oleh tubuh, seperti:

- a. Cukup kalori
- b. Seimbang antara zat makanan pokok
- c. Protein banyak dan berasam amino
- d. Bervitamin
- e. Bergaram mineral
- f. Mudah dicerna
- g. Higenis (BPOM, 2009).

### **2. Kontaminasi makanan**

Selain harus bergizi dan menarik, pangan juga harus bebas dari bahan-bahan berbahaya yang dapat berupa cemaran kimia, mikroba dan bahan lainnya. Mikroba dapat mencemari pangan melalui air, debu, udara, tanah, alat-alat pengolah (selama proses produksi atau penyiapan) juga sekresi dari usus manusia atau hewan. Penyakit akibat pangan (*food borne diseases*) yang terjadi segera setelah mengkonsumsi pangan, umumnya disebut dengan keracunan. Pangan dapat menjadi beracun karena telah terkontaminasi oleh bakteri patogen atau cemaran kimia yang kemudian dapat tumbuh dan berkembang biak selama penyimpanan, sehingga mampu memproduksi toksin yang dapat membahayakan manusia. Selain itu, ada juga makanan yang secara alami sudah bersifat racun seperti beberapa jamur / tumbuhan dan hewan. Umumnya bakteri dan virus yang terkait dengan keracunan makanan diantaranya adalah mikroba beracun, bahan tambahan pangan (BTP) yang tidak dizinkan, maupun kontaminasi logam (BPOM 2009).

Daya racun dari logam ini disebabkan terjadi penghambatan proses kerja enzim oleh ion-ion logam timbal. Penghambatan tersebut menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin darah. Hal ini disebabkan adanya bentuk ikatan yang kuat (ikatan kovalen) antara ion-ion logam timbal dengan gugus sulfur didalam asam-asam amino. Untuk menjaga keamanan dari keracunan logam ini, batas maksimum timbal dalam makanan laut yang ditetapkan oleh SNI 7387:2009 yaitu 2,0 mg/kg.

Menurut SNI No. 7387:2009 tentang batasan kadar logam berat timbal (Pb) pada ikan dan hasil olahannya pada tabel 2.1:

Tabel 2.1. Batasan dan kadar logam Pb pada ikan dan hasil olahannya (SNI, 2009).

Bahan	Batasan Kadar Logam Berat Timbal Pb (mg/kg)
-------	---

Ikan dan hasil olahannya	Indonesia (SK Diirjen POM 1989) = 2.0 mg/kg Malaysia (1999) = 2.0 mg/kg FSANZ = 0.2 mg/kg CAC step – 8 (April 2006) = 0.3 mg/kg Eropa (2006) = 0.3 mg/kg Singapura (2005) = 2 mg/kg
--------------------------	--

Makanan yang telah terkontaminasi oleh mikroba beracun akan berdampak pada seluruh sistem dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan kronik pada otak dan pembuluh darah atau syaraf tubuh, terjadinya penurunan perkembangan intelegensia dan rentang terhadap keseimbangan sistem syaraf pusat, infeksi pada sistem pernafasan, dan juga melemahnya kerja zat-zat pembangun tulang pada tubuh terutama pada anak-anak (Nandrie dkk, 2015).

### ***C. Tinjauan Umum Makanan Otak-otak***

Untuk meningkatkan konsumsi ikan beberapa masyarakat menciptakan berbagai produk olahan yang siap saji dengan harga yang terjangkau. Untuk itu masyarakat melakukan diversifikasi, baik berupa produk akhir maupun penggunaan bahan baku. Salah satu contoh pengolahan atau diversifikasi perikanan siap saji adalah penganan otak-otak. Salah satu ikan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan penganan otak-otak adalah ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*). Produk penganan otak-otak termasuk kedalam *firs jelly product*. Penganan otak-otak juga merupakan salah satu dari produk diversifikasi perikanan dimana tekstur menjadi salah satu parameter penting dalam penentuan mutu yang diharapkan oleh konsumen tentunya penganan otak-otak memiliki tekstur yang kenyal dan padat (Nugroho, 2014).

Otak-otak merupakan makanan ringan yang menjadi ciri khas Makassar. Makanan tradisional ini terbuat dari berbagai macam bumbu dan rempah-rempah

yang semuanya berasal dari lingkungan daerah setempat. bahan dasar makanan ini adalah ikan dengan dibungkus daun yang dipotong-potong berukuran memanjang. Makanan ini telah lama menjadi makanan tradisional ciri khas Makassar, namun tidak diketahui sejak kapan adanya makanan ini dan tidak diketahui siapa yang menciptakan makanan tradisional ini (Jawiana, 2014).

Menurut masyarakat penganan otak-otak telah ada sejak masa lalu dan diteruskan hingga saat ini. Penganan otak-otak sangat digemari oleh masyarakat setempat maupun bagi para pendatang atau wisatawan, jika berkunjung ke kota Makassar akan selalu membeli otak-otak yang dapat diperoleh dengan mudah diberbagai tempat penjualan. Harga penganan otak-otak tergolong murah meriah, sehingga sangat digemari oleh berbagai kalangan masyarakat. Tampilan penganan otak-otak yang terbungkus rapi dengan daun menjadikan nilai tersendiri memberikan kesan yang sangat tradisional sehingga tidak salah jika penganan otak-otak menjadi ciri khas Makassar. Dalam perkembangan masa kini, penganan otak-otak semakin terkenal di setiap daerah sehingga tidak mengherankan jika penjualan penganan otak-otak ini juga tersebar di berbagai tempat tidak hanya di kota Makassar tetapi hingga seluruh daerah misalnya di daerah pelabuhan dan berbagai pasar tradisional sering ditemui penjualan penganan otak-otak ini, hal tersebut tidak terlepas dari tingginya minat pembeli/masyarakat untuk merasakan nikmatnya penganan otak-otak tersebut (Jawiana, 2014).

Gambar 2.1 Penganan otak-otak khas Makassar (cookpad.com).

Otak-otak adalah sejenis penganan yang terbuat dari ikan yang dibungkus dengan daun pisang dan dimasak dengan sesuai selera, dipanngan, digoreng, ataupun dikukus. Otak-otak pada umumnya terbuat dari ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*), santan, sagu, bumbu, dan gula. Ini merupakan makanan khas Makassar, namun penyebarannya hampir diseluruh Indonesia. Otak-otak ini dapat tahan lebih dari satu hari asalkan otak-otak dimasukkan kedalam lemari pendingin. Penganan otak-otak yang diolah oleh pengrajin penganan di tempat penjualan atau disajikan sebagai makanan siap santap untuk dijual bagi umum selain yang disajikan oleh jasa



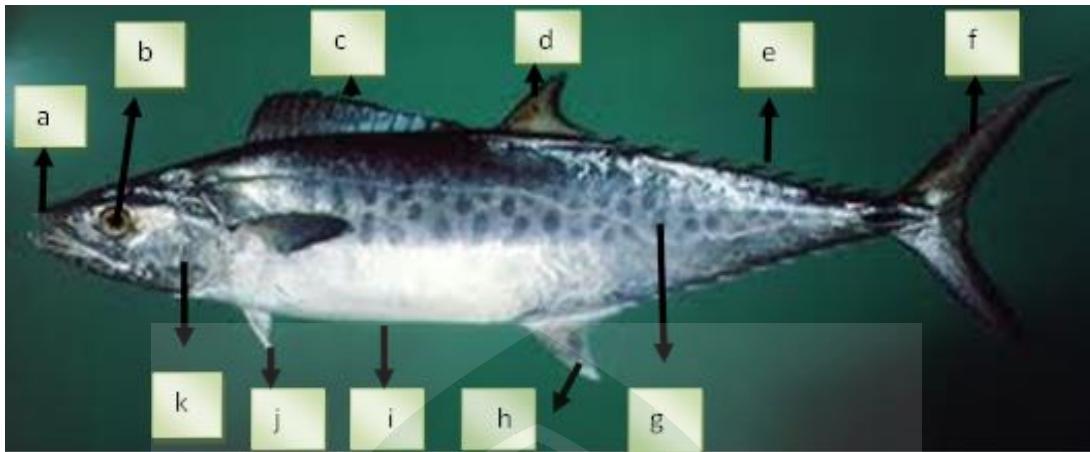
bog  
a,  
rum  
ah  
ma  
kan  
,  
dan  
tok

o oleh-oleh (Putra dkk, 2015).

Otak-otak merupakan makanan khas Makassar yang terbuat dari ikan laut yang dicampur dengan bahan-bahan, seperti cabe kering yang dihaluskan kemudian dicampur dengan adonan tepung dan diberi penyedap rasa lalu dimasukkan kedalam daun pisang. Ikan laut yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan otak-otak adalah ikan tenggiri. Kualitas ikan yang digunakan dalam pembuatan otak-otak dapat mempengaruhi kualitas penganan otak-otak (Rina, 2012).

Otak-otak merupakan makanan yang banyak mengandung gizi yang tinggi, terutama protein. Karena bahan utama otak-otak adalah ikan sebagai bahan makanan, ikan adalah sumber protein, vitamin, lemak, dan mineral yang baik dan prospektif. Ikan juga mengandung asam lemak tak jenuh, terutama omega-3 yang penting untuk kesehatan dan perkembangan otak bayi untuk meningkatkan potensi kecerdasan. Kelebihan utama dari protein ikan dibandingkan dengan produk lain adalah komposisi asam amino dan kandungan nutrisi yang mudah diserap oleh tubuh. (Rina, 2012). Semua jenis ikan merupakan bahan pangan sumber protein hewani yang relatif murah dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya. Sebagai bahan penganan ikan telah didefinisikan sebagai pangan yang memiliki keunggulan tertentu. Disamping menyediakan protein hewani yang relatif tinggi jumlahnya, ikan juga memberikan asam-asam lemak tak jenuh, berbagai macam vitamin dan mineral yang sangat diperlukan oleh tubuh. Selain itu protein ikan sangat mudah dicerna dan diabsorpsi. Asam-asam amino memang sangat banyak dan bervariasi sesuai yang dibutuhkan tubuh. Para ahli telah menemukan, komposisi asam-asam amino dalam bahan makanan hewani sesuai komposisi jaringan di dalam tubuh manusia. Oleh karena itu ada kesamaan protein dari ikan, daging, susu, unggas, dan telur mempunyai nilai gizi yang tinggi (Muchtadi dkk, 2013).





Produksi ikan hampir dijumpai di seluruh Indonesia, pembudidayaan ikan utamanya banyak dibudidayakan di Pulau Jawa, Banteng, Kalimantan, dan Sulawesi. Produksi ikan relatif meningkat setiap tahunnya. Total produksi ikan tahun 2010 mencapai 421.757 ton, tahun 2011 mencapai 467.449 ton, tahun 2012 mencapai 518.939, tahun 2013 mencapai 627.333 ton, tahun 2014 mencapai 631.125 ton, sasaran produksi ikan pada tahun 2015 sampai 2019 diharapkan akan terus mengalami peningkatan. Perkiraan produksi tahun 2015 mencapai 1.210.800 ton, tahun 2016 mencapai 1.356.900 ton, tahun 2017 mencapai 1.492.500 ton, tahun 2018 1.641.900 ton, tahun 2019 mencapai 1.779.400 ton (Statistik Budidaya DJP-KKP, 2013).

Salah satu sumber daya perikanan yang telah lama dieksploitasi diperairan laut jawa adalah ikan dari suku *Scombiridae* termasuk didalamnya jenis ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*), tongkol komo (*Euthynnus affinis*), maupun kembung (*Rastrelliger brachisoma*). Khusus ikan tenggiri, yang dikenal dalam perdagangan internasional sebagai narrow-barred spanish mackerel. Memiliki ekonomis tinggi karena permintaan domestik dan dunia yang terus dan harga yang semakin tinggi (Kasim dan Triharyuni, 2014).

Gambar 2.2 Morfologi ikan tenggiri (*Scomberomorus commers*)

Keterangan:

- |   |   |
|---|---|
| a. Mulut ( <i>Oris</i> )                                  | g. Kulit ( <i>Integumen</i> )             |
| b. Mata ( <i>Visus</i> )                                  | h. Sirip anal ( <i>pinna analis</i> )     |
| c. Sirip punggung ( <i>Pinna dorsalis</i> )               | i. Sirip perut ( <i>Pinna abdomen</i> )   |
| d. Sirip jari-jari lemah ( <i>Pinna malacopterygii</i> )  | j. Sirip dada ( <i>Pinna pectoralis</i> ) |
| e. Sirip jari-jari keras ( <i>Pinna acanthopterygii</i> ) | k. Katup insang ( <i>Operaculu</i> )      |
| f. Sirip ekor ( <i>Pinna caudalis</i> )                   |   |

Ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*) terdistribusi pada laut pasifik barat indo: dari afrika selatan dan laut merah menuju selatan asia sampai Indonesia dan tenggara dari Australia. Hidup di kedalaman 10 – 70 meter. Makanan utamanya adalah ikan kecil seperti teri, sardin, ikan layang, cumi- cumi dan udang. Ditemukan dalam grup kecil dan dikenal sering melakukan migrasi yang jauh, tetapi terdapat juga populasi yang menetap. Memakan terutama ikan kecil seperti ikan teri, cumi- cumi, ikan sardin, ikan karang (Pauly, 1996).

Kalsifikasi ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*), yaitu:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Scombridae
Genus	: Scomberomorus



Spesies : *Scomberomorus commerson* (pauly, 1996)

Ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*) merupakan ikan pelagis dan merupakan ekonomis bahkan dunia karena kandungan protein yang tinggi dan bagus untuk pertumbuhan. Hasil analisis proksimat ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*) memiliki kandungan air 76,5%, protein 21,4%, lemak 0,56%, karbohidrat 0,61%, dan kadar abu 0,93%. Gizi ikan dapat berubah apa bila tidak diolah dengan baik. Semua bahan makanan yang berasal dari hewan akan mudah mengalami perubahan atau kerusakan, salah satunya dapat disebabkan oleh cemaran bakteri atau bahan kimia seperti racun alami seperti logam berat. Ikan cepat mengalami proses pembusukan, oleh karena itu pengawetan ikan perlu diketahui oleh semua lapisan masyarakat. Untuk pengawetan yang bermutu tinggi perlu perlakuan yang baik selama diproses, misalnya menjaga kebersihan bahan dan peralatan yang digunakan, menggunakan bahan dasar yang segar dan baik. Ada berbagai macam jenis pengawetan ikan antara lain penggaraman, pemindaman, pengasapan, pengraian, dan pengolahan otak-otak (Dahuri, 2012).

Ikan merupakan salah satu komoditas pangan yang cepat mengalami proses pembusukan (*perishable food*). Oleh karena itu diperlukan penanganan yang cermat dan cepat dengan memperhatikan sanitasi dan higiene yang baik dengan menerapkan sistem rantai dingin (*cold chain system*). Penanganan ikan pada dasarnya ditujukan untuk mempertahankan kesegaran ikan yang harus dilakukan sejak ikan diangkat dari air sampai di tangan konsumen. Sebelum diproses ikan melalui beberapa perlakuan dan penerapan teknik penanganan disesuaikan menurut jenis dan tujuan pemanfaatannya baik yang berasal dari hasil tangkapan maupun hasil budidaya (Irawan 1995).

Ikan diketahui sebagai salah satu sumber masuknya logam berat dalam tubuh manusia, dalam lingkungan perairan, unsur-unsur logam walaupun kadarnya relatif rendah dapat diabsorpsi secara biologik oleh hewan air dan penyerapan tersebut akan terlibat dalam sistem jaringan makanan. Selanjutnya melalui proses transformasi, akan terjadi pemindahan dan peningkatan kadar unsur-unsur tersebut pada tropik level yang lebih tinggi. (Hutagalung, 1982). Di samping itu, tingkatan biota dalam sistem rantai makanan turut menentukan jumlah timbal yang terakumulasi. Konsentrasi logam berat yang mematikan organisme akuatik tergantung pada sifat logam berat dan organisme itu sendiri (Setiaty dkk, 1996).

Pada kebanyakan kasus, makanan terkontaminasi bukan secara sengaja tetapi lebih karena kecerobohan atau karena kurang memadainya pendidikan atau pelatihan dalam hal keamanan makanan. Makanan yang terkontaminasi dapat disebabkan oleh makanan yang tidak bersih dan tidak memenuhi syarat kesehatan. Untuk mendapatkan makanan dan minuman yang memenuhi syarat kesehatan maka perlu diadakan pengawasan terhadap kebersihan makanan dan minuman yang diutamakan pada usaha yang bersifat umum seperti kuliner ataupun pedagang kaki lima. Mengingat bahwa makanan dan minuman merupakan media yang potensial dalam penyebaran penyakit (Depkes RI, 2004).

#### **D. Tinjauan Umum Logam Berat**

Logam digolongkan dalam dua kategori, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat ialah logam yang mempunyai berat 5 g atau lebih untuk setiap  $\text{cm}^3$ , dengan sendirinya logam yang beratnya kurang dari 5 g setiap  $\text{cm}^3$  termasuk logam ringan (Darmono, 2001). Logam berasal dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni, organik, dan anorganik. Logam mula-mula diambil dari pertambangan di

bawah tanah (kerak bumi), yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni. Dalam proses pemurnian logam tersebut yaitu dari pencairan sampai menjadi logam, sebagian darinya terbuang ke dalam lingkungan (Darmono, 1995).

Logam berasal dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni, organik, dan anorganik. Logam mula-mula diambil dari pertambangan di bawah tanah (kerak bumi), yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni. Dalam proses pemurnian logam tersebut yaitu dari pencairan sampai menjadi logam, sebagian darinya terbuang ke dalam lingkungan (Darmono, 1995). Umumnya logam yang terdapat dalam tanah dan perairan dalam bentuk persenyawaan, seperti senyawa hidroksida, senyawa oksida, senyawa karbonat, dan senyawa sulfida. Senyawa-senyawa itu sangat mudah larut dalam air. Namun demikian pada badan perairan yang mempunyai derajat keasaman mendekati normal atau pada daerah kisaran pH 7 sampai 8, kelarutan dari senyawa-senyawa ini cenderung stabil (Darmono, 2001).

Logam berat sejatinya unsur penting yang dibutuhkan setiap makhluk hidup. Sebagai trace element, logam berat yang esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), Besi (Fe) dan Zink (Zn) penting untuk menjaga metabolisme tubuh manusia dalam jumlah yang tidak berlebihan, jika berlebihan akan menimbulkan toksik pada tubuh. Logam yang termasuk elemen mikro merupakan kelompok logam berat yang non-esensial yang tidak mempunyai fungsi sama sekali dalam tubuh. Logam tersebut bahkan sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia yaitu: timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan cadmium (Cd). Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi

bioakumulasi. Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam (Panggabean, 2008).

Karakteristik logam berat berdasarkan daya hantar panas dan listriknya, semua unsur kimia yang terdapat dalam susunan berkala unsur-unsur dapat dibagi atas dua golongan yaitu logam dan non logam. Golongan logam mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi, sedangkan golongan non logam mempunyai daya hantar panas dan listrik yang rendah. Berdasarkan densitasnya, golongan logam dibagi atas dua golongan, yaitu golongan logam ringan dan logam berat. Golongan logam ringan (*light metals*) mempunyai densitas  $<5$ , sedangkan logam berat (*heavy metals*) mempunyai densitas  $>5$  (Hutagalung, 1991).

Sumber tersebarnya logam dalam lingkungan dan di udara karena proses digunakannya logam tersebut pada suhu yang tinggi. Misalnya, penggunaan batu bara dan minyak bumi untuk pembangkit tenaga listrik, proses industri, peleburan logam, pemurnian logam, pembakaran sampah, dan industri semen. Dalam proses tersebut logam dikeluarkan ke udara di daerah sekitarnya. Logam seperti As, Hg, Cd, dan Pb banyak dipelajari oleh para ilmuwan karena keempat logam tersebut sangat berbahaya terhadap kehidupan makhluk hidup. Emisi logam tersebut dalam proses penggunaan suhu tinggi akan merusak siklus biogeokimiawi sistem tata kehidupan manusia dan alam sekitarnya. Untuk mengetahui dan mengukur seberapa jauh kerusakan yang ditimbulkannya perlu diinventarisasikan seberapa besar jumlah konsentrasi emisi dari logam tersebut (Darmono, 2001).

Unsur-unsur logam berat dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan dan minuman serta pernafasan dan kulit. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut akan diikuti oleh peningkatan logam berat dalam tubuh ikan dan biota lainnya,

sehingga pencemaran air laut oleh logam berat akan mengakibatkan ikan yang hidup didalam laut tercemar. Pemanfaatan ikan-ikan ini sebagai bahan makanan akan membahayakan kesehatan manusia (Hutagalung, 1991).

Logam berat merupakan salah satu unsur pencemar makanan yang bersifat toksik dan harus terus diwaspadai keberadaannya. Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu logam berat tidak dapat dihancurkan (non degradable) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama pada makanan yang membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Nontji, 1993).

Logam berat merupakan senyawa toksik bila berada di dalam tubuh manusia yaitu diatas ambang konsentrasi tertentu. Logam berat berikatan dan berinteraksi dengan beberap protein dan beberapa molekul dari logam tersebut, tetapi molekul-molekul yang dihasilkan berbeda fungsinya dan gagal untuk menghasilkan reaksi yang sama misalnya dalam produksi enzim penting dalam proses-proses biologis (Wardhana, 2004).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat antara lain:

1. lingkungan (pH tanah, suhu),
2. Persaingan antara spesies tanaman,
3. Ukuran partikel,
4. Sistem perakaran,
5. Ketersediaan logam dalam tanah, dan
6. Energi yang tersedia untuk memindahkan logam ke jaringan tanaman.

Penggunaan logam berat sangat luas dan hampir setiap industri menggunakannya, karena logam berat dapat berperan sebagai pereaksi ataupun katalis dalam berbagai proses industri. Walaupun penggunaan logam berat banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia namun dampak yang dihasilkan dalam jumlah tertentu dapat membahayakan kehidupan manusia. Logam berat yang digunakan dalam industri dapat berakhir pada

tanah dan akhirnya dapat terangkut pada jaringan tanaman yang sebagian dikonsumsi oleh manusia ataupun hewan (Jorgensen dan Johnsen, 1981).

Organisme yang terespos logam berat dengan konsentrasi rendah biasanya tidak mengalami kematian, tetapi akan mengalami pengaruh sublethal, yaitu pengaruh yang terjadi pada organisme tanpa mengakibatkan kematian pada organisme tersebut. Pengaruh sublethal ini dapat dibedakan atas tiga macam, yaitu menghambat (misalnya pertumbuhan dan perkembangan, serta reproduksi), menyebabkan terjadinya perubahan morfologi dan merubah tingkah laku organisme. Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik sungai ataupun laut, akan mengalami paling tidak tiga proses, yaitu pengendapan, adsorpsi, dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan, 1976).

Menurut Palar (1994), karakteristik dari logam berat adalah sebagai berikut:

1. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar ( $>4$ ).
2. Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur lantanida dan aktanida.
3. Mempunyai respon biokimia (spesifik) pada organisme hidup.

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Namun demikian sebagian logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit, tetapi apabila tidak terpenuhi akan berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup dari setiap makhluk hidup (Palar, 1994),

Logam berat terdiri dari logam esensial dan logam non esensial. Logam esensial adalah logam yang sangat membantu dalam proses fisiologis makhluk hidup dengan jalan membantu kerja enzim atau pembentukan organ dari makhluk hidup yang bersangkutan. Sedangkan logam yang non esensial adalah logam yang perannya



dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui, kandungan dalam jaringan hewan sangat kecil dan apabila kandungannya tinggi akan dapat merusak organ-organ tubuh makhluk hidup yang bersangkutan. Salah satu logam yang esensial dan berbahaya bagi kehidupan yaitu logam berat timbal (Pb) (Darmono, 1995).

### **1. Logam Berat Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal (Pb) adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007). Timbal (Pb) merupakan logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh masyarakat awam. Hal ini disebabkan oleh banyaknya (Pb) yang digunakan di industri non pangan dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup. Timbal (Pb) adalah sejenis logam yang lunak berwarna abu-abu kehitaman, serta dimurnikan dari pertambangan (Agustina, 2010).

Dalam bentuk organik timbal dipakai dalam industri perminyakan. Alkil timbal (TEL/timbal tetraetil dan TML/timbal tetrametil) digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin. Fungsinya selain meningkatkan daya pelumasan, meningkatkan efisiensi pembakaran juga sebagai bahan aditif anti ketuk (anti-knock) pada bahan bakar yaitu untuk mengurangi hentakan akibat kerja mesin sehingga dapat menurunkan kebisingan suara ketika terjadi pembakaran pada mesin-mesin kendaraan bermotor. Sumber inilah yang saat ini paling banyak memberi kontribusi kadar timbal dalam udara (Palar, 2004).

Emisi Pb dari lapisan atmosfer bumi berbentuk gas atau partikel. Emisi Pb bentuk gas, terutama berasal dari buangan gas kendaraan bermotor, merupakan hasil sampingan dari pembakaran mesin-mesin kendaraan dari senyawa tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb dalam bahan bakar kendaraan bermotor. Emisi Timbal (Pb) dari pembakaran mesin menyebabkan jumlah timbal (Pb) udara dari asap buangan kendaraan meningkat sesuai meningkatnya jumlah kendaraan. Percepatan pertumbuhan sektor transportasi, kepadatan arus lalu lintas. Dampak negatif kemacetan lalu lintas menyebabkan tingginya tingkat polusi udara di lingkungan kota. Hasil emisi gas pembuangan kendaraan bermotor akan meningkatkan pula kadar timbal (Pb) di udara. Asap kendaraan bermotor bisa mengeluarkan partikel timbal (Pb) yang kemudian bisa mencemari udara, tanaman di sekitar jalan raya, perairan, dan asap juga bisa terserap oleh manusia secara langsung melalui pernapasan kulit (Wahyu, 2008).

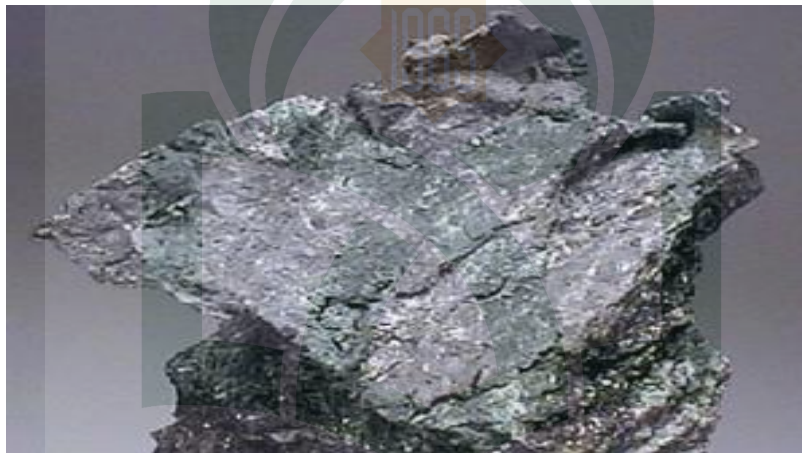
Menurut (Wahyu, 2008), timbal (Pb) terdiri dari 4 macam yaitu :

- a. Timbal 204 dengan jumlah sebesar 1,48% dari seluruh isotop timbal.
- b. Timbal 206 sebanyak 23,06%.
- c. Timbal 207 sebanyak 22,60%.
- d. Timbal 208 yang merupakan hasil akhir dari peluruhan radioaktif thorium (Th).

Timbal (Pb) pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Namun, timbal (Pb) juga biasa berasal dari kegiatan manusia bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami. Pb memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Apabila dicampur dengan logam lain akan terbentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya. Pb adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan



mengkilap serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Timbal (Pb) meleleh pada suhu 3280C (6620F), titik didih 17400C (31640F), dan memiliki gravitasi 11,34 dengan berat atom 207,20 (Wahyu, 2008).



Pb

Gambar 2.3  
logam berat  
timbal (Pb)  
(Haas, 1984)

Logam

banyak

digunakan

pada industri baterai, kabel, cat (sebagai zat pewarna), penyepuhan, pestisida, dan yang paling banyak digunakan sebagai zat antiletup pada bensin. Pb juga digunakan sebagai zat penyusun patri atau solder dan sebagai formulasi penyambung pipa yang mengakibatkan air untuk rumah tangga mempunyai banyak kemungkinan kontak dengan timbal (Pb). Kebanyakan timbal (Pb) secara biologis terkumpul dalam tubuh organisme, menetap untuk waktu yang lama dan berfungsi sebagai racun kumulatif (Darmono, 1995). Keberadaan logam berat dalam perairan akan berpengaruh negatif terhadap kehidupan biota. Logam berat yang terikat dalam tubuh organisme yaitu pada ikan akan mempengaruhi aktivitas organisme tersebut (Kadir, 2013).

Timbal (Pb) merupakan jenis logam berat yang bersifat toksik, Pb yang sudah masuk ke dalam tubuh akan terikat dengan protein, dan sebagian kecil saja yang dapat diekskresikan. Hal tersebut dapat menghambat terbentuknya hemoglobin. Masuknya Pb ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan, pernapasan, dan penetrasi melalui kulit (Sudarwin, 2008). Timbal (Pb) umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup, walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil. Melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat, logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia (Supriyanto, dkk 2007).

Penyerapan timbal dari makanan ke dalam tubuh dipengaruhi oleh umur. Umumnya orang dewasa menyerap 10 % sampai 15 % timbal dari makanan sedang anak-anak dapat mencapai 50 % timbal dari makanan yang diserap. Selain itu faktor yang mempengaruhi kerentanan tubuh terhadap logam timbal adalah rendahnya nutrisi (gizi). Kurangnya nutrisi dalam tubuh dapat meningkatkan kadar timbal dalam darah dan untuk menghindari hal ini dapat diimbangi dengan cukupnya kandungan kalsium dan besi. Tingginya kadar kalsium dan besi dalam makanan akan menurunkan penyerapan timbal dan bila kekurangan kedua unsur ini penyerapan timbal akan meningkat (Fergusson, 1991). Besarnya tingkat keracunan timbal dipengaruhi oleh: 1. umur; pada anak-anak cenderung lebih rentan dibandingkan dengan orang dewasa, 2. jenis kelamin; wanita umumnya lebih rentan dibandingkan dengan laki-laki, 3) penderita penyakit keturunan; orang yang tidak mempunyai penyakit khusus cenderung lebih tahan, 4) musim; musim panas akan meningkatkan

daya racun terhadap anak-anak, 5) peminum alkohol cenderung lebih rentan terhadap timbal (Saeni, 2002).

Timbal (Pb) mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya. Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan timbal ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak. Hal ini diperoleh dari kasus yang terjadi di Amerika pada 9 kota besar yang pernah diteliti (Gun, 1980).

Logam berat timbal (Pb) masuk kedalam tubuh manusia melalui mulut, yaitu makanan yang terkontaminasi oleh alat masak, wadah (minum dan makanan kaleng) serta melalui pernapasan seperti asap dari pabrik, proses industri dan buangan limbah. Kontaminasi makanan juga bisa terjadi dari tanaman pangan (bidang pertanian) yang diberi pupuk dan pestisida yang mengandung logam (Darmono, 1993).

## **2. Sifat-sifat logam berat timbal (Pb)**

Timbal (Pb) banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya, antara lain :

- a. Mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
- b. Sifat kimiawinya menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapis dan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
- c. Bersama-sama logam lainnya dapat membentuk Alloy yang mempunyai sifat berbeda dengan timbal murni.

- d. kepadatannya lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri (Fardiaz, 1992).

### 3. Tingkat Pencemaran Timbal (Pb)

Emisi timbal (Pb) dari pembakaran mesin menyebabkan jumlah timbal (Pb) udara dari asap buangan kendaraan meningkat sesuai meningkatnya jumlah kendaraan. Hasil emisi gas pembuangan kendaraan bermotor akan meningkatkan pula kadar timbal (Pb) di udara. Asap kendaraan bermotor bisa mengeluarkan partikel timbal (Pb) yang kemudian bisa mencemari udara, tanaman di sekitar jalan raya, perairan, dan asap juga bisa terserap oleh manusia secara langsung melalui pernapasan kulit (Wahyu, 2008).

Pencemaran timbal (Pb) dari kegiatan transportasi darat dikarenakan oleh penggunaan dalam bahan bakar berkualitas rendah untuk menurunkan nilai oktan sebagai *anti-knock* mesin kendaraan. Bahan aditif yang ditambahkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil timbal (Pb), 18% etilenklorida, 18% etilenbromida, dan 2% campuran bahan lain. Jumlah senyawa timbal (Pb) yang jauh lebih besar menyebabkan jumlah timbal (Pb) yang dibuang ke udara sangat tinggi (Palar, 1994).

Timbal (Pb) suatu unsur logam yang berpotensi sebagai pencemar dan berbahaya terhadap kehidupan biota akuatik maupun kesehatan manusia. Pb bersifat non-essensial dalam pertumbuhan metabolisme jaringan makhluk hidup, bahkan pada konsentrasi tertentu timbal (pb) menyebabkan anemia, kerusakan sistem saraf pusat dan ginjal berpengaruh terhadap reproduksi serta organisme akuatik (laws 1993). Gejala-gejala keracunan kronik timbal (Pb) merupakan keram usus, kelelahan, nafsu makan hilang, dan pada anak-anak dapat merusak otak. Dampak negatif tersebut dapat

terjadi akibat pencemaran timbal (Pb) baik terhadap lingkungan maupun biotaakutik sebagai sumber pangan bagi manusia ( Naid & Seniwati, 1998).

Pencemaran logam memiliki efek yang merugikan pada biologi sistem-sistem dan tidak mengalami biodegradasi. Logam berat beracun seperti Pb, Cu, Cd dapat dibedakan dari polutan lainnya, karena mereka tidak dapat biodegradasi tetapi dapat terakumulasi dalam organisme hidup, sehingga menyebabkan berbagai penyakit dan gangguan bahkan dalam konsentrasi yang relatif rendah (Pehlivan, 2009).

#### **4. Toksisitas Timbal (Pb)**

Toksisitas Pb bersifat kronis dan akut. Toksisitas kronis sering dijumpai pada pekerja tambang dan pabrik pemurnian logam, pembuatan baterai, percetakan, pelapisan logam, dan pengecatan. Paparan timbal (Pb) secara kronis bisa menyebabkan kelelahan, kelesuhan, gangguan iritabilitas, kehilangan libido, gangguan menstruasi serta aborsi spontan pada wanita, depresi, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, daya ingat terganggu, dan sulit tidur. Toksisitas akut bisa terjadi bila (Pb) masuk ke dalam tubuh seseorang melalui makanan atau menghirup gas (Pb) dalam waktu yang relatif pendek dengan dosis atau kadar yang relatif tinggi (Wahyu, 2008).

Toksisitas adalah kemampuan suatu molekul atau senyawa kimia dalam menimbulkan kerusakan pada bagian yang peka di dalam maupun di bagian luar tubuh makhluk hidup Durham (1975) dalam Tandjung (2007). Tolak ukur pengujian efek bahan pencemar yang saat ini dianggap paling tepat adalah derajat toksisitas dengan metode Bioassay. Menurut Connel (1995), respon makhluk hidup yang diuji dapat dimasukkan dalam kategori-kategori sebagai berikut:

- a. Pengaruh akut, yaitu respon makhluk hidup terhadap suatu keadaan yang cukup parah sehingga menyebabkan suatu respon cepat biasanya dalam waktu 96 jam.
- b. Pengaruh subakut, yang merupakan respon makhluk hidup terhadap suatu kondisi yang kurang parah dan biasanya terjadi setelah waktu yang lebih lama.
- c. Pengaruh kronis, yang merupakan respon makhluk hidup terhadap suatu kondisi berkesinambungan yang terjaga tetap.

Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil timbal (Pb) diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut. Waktu paruh timbal (Pb) dalam eritrosit adalah selama 35 hari dalam jaringan ginjal dan hati selama 40 hari, sedangkan dalam tulang selama 30 hari. Tingkat ekskresi Pb melalui sistem urinaria adalah sebesar 76%, gastrointestinal 16%, dan untuk rambut, kuku, serta keringat sebesar 8% (Wahyu, 2008).

Timbal (Pb) dalam tubuh manusia terikat dalam gugus -SH molekul protein sehingga menghambat aktivitas kerja enzim. Keracunan akibat kontaminasi logam timbal (Pb) bisa menimbulkan berbagai macam hal, seperti meningkatnya kadar aminolevulinat dehidratase (ALAD) dalam darah dan urin, meningkatnya kadar protoporphin dalam sel darah merah, memperpendek umur sel darah merah, menurunkan jumlah sel darah merah dan kadar sel-sel darah merah yang masih muda (retikulosit), serta meningkatkan kandungan logam besi (Fe) dalam plasma darah (Wahyu, 2008).

Kontaminasi timbal (Pb) dalam makanan dengan konsentrasi yang melebihi batas aman yang telah ditentukan dapat menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan. Paparan kronis timbal pada orang dewasa mengakibatkan hipertensi, anemia, dan



enselopati. Batas maksimum cemaran timbal dalam makanan jajanan yang telah ditetapkan oleh Dirjen POM dalam keputusan Dirjen POM Nomor HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran logam di dalam makanan yaitu 0,25 ppm (BPOM, 2009). Di dalam tubuh manusia, timbal (Pb) bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan Hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil timbal (Pb) diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut. Waktu paruh timbal (Pb) dalam eritrosit adalah selama 35 hari dalam jaringan ginjal dan hati selama 40 hari, sedangkan dalam tulang selama 30 hari. Tingkat ekskresi timbal (Pb) melalui sistem urinaria adalah sebesar 76%, gastrointestinal 16%, dan untuk rambut, kuku, serta keringat sebesar 8% (Wahyu, 2008).

Timbal (Pb) bersifat kumulatif, mekanisme toksisitas timbal (Pb) berdasarkan organ yang dipengaruhi adalah:

- a. Sistem haemopoieti; dimana timbal (Pb) menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia.
- b. Sistem saraf; dimana timbal (Pb) bisa menimbulkan kerusakan otak dengan gejala epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar, dan delirium.
- c. Sistem urinaria; dimana timbal (Pb) bisa menyebabkan lesi tubulus proksimalis, *loop of Henle*, serta menyebabkan aminosiduria.
- d. Sistem gastro-intestinal; dimana timbal (Pb) menyebabkan kolik dan konstipasi.
- e. Sistem kardiovaskuler; dimana timbal (Pb) bisa menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah (Wahyu, 2008).

Toksinitas akut bisa terjadi jika timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh seseorang melalui makanan atau menghirup gas timbal (Pb) dalam waktu yang relatif pendek dengan dosis atau kadar yang lebih tinggi. Gejala dan tanda-tanda klinis akibat paparan timbal (Pb) secara akut bisa menimbulkan beberapa gejala, antara lain:

- a. Gangguan gastrointestinal, seperti kram perut, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah-muntah, dan sakit perut yang hebat.
- b. Gangguan neurologi, berupa ensefalopati seperti sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, sering pingsan, dan koma.
- c. Gangguan fungsi ginjal, oliguria, dan gagal ginjal yang akut bisa berkembang dengan cepat (Wahyu, 2008).

Timbal (Pb) pada anak bisa merusak jaringan saraf, fungsi ginjal, menurunnya kemampuan belajar, dan membuat anak-anak bersifat hiperaktif. Selain itu, timbal (Pb) juga mempengaruhi organ-organ tubuh, antara lain: sistem saraf, ginjal, sistem reproduksi, endokrin, dan jantung serta gangguan pada otak sehingga anak mengalami gangguan kecerdasan mental (Darmono, 2001).

Keracunan timbal (Pb) pada orang dewasa kebanyakan terjadi di tempat mereka bekerja. Prevalensi kejadiannya bervariasi untuk setiap jenis pekerjaannya. Gejala yang terlihat ialah penderita terlihat pucat, sakit perut, konstipasi, muntah, anemia, dan sering terlihat adanya garis biru tepat di daerah gusi di atas gigi. Pada pemeriksaan psikologi dan neuropsikologi ditemukan adanya gejala sulit mengingat (sistem memori sangat berkurang), konsentrasi menurun, kurang lancar berbicara, dan gejala saraf lainnya. Resiko terjadinya toksisitas timbal (Pb) pada orang dewasa tergantung pada pekerjaannya yang biasanya bersifat kronis. Pada



pemeriksaan darah para pekerja terhadap konsentrasi timbal (Pb) akan diketahui seberapa jauh derajat toksisitas kronis timbal (Pb) tersebut (Darmono, 2001).

## **5. Tinjauan Bioakumulasi**

Logam berat menjadi berbahaya disebabkan oleh sistem bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan. Biokonsentrasi maupun bioakumulasi dapat menyebabkan peningkatan kepekaan bahan pencemar, sehingga umumnya berpengaruh masuknya di jaringan makhluk hidup (Connell dan Miller, 1995). Sedangkan menurut (Pratama, 2011), Biokonsentrasi adalah perpindahan senyawa kimia xenobiotik dari berbagai sumber didalam lingkungan ke makhluk hidup yang menghasilkan suatu kepekatan yang umumnya lebih tinggi didalam makhluk hidup dibandingkan sumbernya (Diliyana, 2008).

Faktor biokonsentrasi atau bioakumulasi dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan makhluk hidup dalam menyerap dan menyimpan suatu bahan pencemar (Connell dan Miller, 1995). Biokonsentrasi dapat dilihat sebagai proses kesetimbangan yang ditentukan jumlah pengambilan (biosorpsi) dan pelepasan (ekskresi) suatu senyawa oleh sel makhluk hidup di lingkungannya. Jadi memerlukan proses perpindahan senyawa antara fase-fase di lingkungan dengan sel makhluk hidup. Jumlah pengambilan senyawa ditentukan kemampuan penyerapan (absorpsi) sehingga jumlah senyawa yang diekskresikan menentukan konsentrasi senyawa tersebut pada sel. Senyawa dapat ditimbun dalam sel, dapat pula diubah atau didegradasi apabila sel mampu. Penimbunan senyawa persisten maupun logam berat umumnya terjadi karena sifat lipofilik dari senyawa tersebut. Dalam proses penyerapan (absorpsi) oleh sel juga melalui membran (Chojnacka, 2005).

Untuk mencegah dan mengurangi terjadinya toksisitas daya racun yang disebabkan oleh logam berat timbal (Pb) yang bersifat toksik terhadap lingkungan dan makhluk hidup (manusia, hewan dan tumbuhan) maka dapat dilakukan proses bioremediasi dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen bioremediasi diantaranya bakteri yang dapat mengakumulasi logam berat timbal (Pb) (Connell dan Miller, 1995).

#### ***E. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)***

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas. Spektrofotometer serapan atom (SSA) berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Misalkan natrium menyerap pada 589 nm, uranium pada 358,5 nm, sedang kalium pada 766,5 nm. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Tingkat-tingkat eksitasinya pun bermacam-macam. Spektrum atomik untuk masing-masing unsur terdiri atas garis-garis resonansi. Garis-garis lain yang bukan garis resonansi dapat berupa spektrum yang berasosiasi dengan tingkat energi molekul, biasanya berupa pita-pita lebar ataupun garis tidak berasal dari eksitasi tingkat dasar yang disebabkan proses atomisasinya (Khopkar, 2010).

Spektrofotometer serapan atom (SSA) memiliki beberapa komponen, yaitu sumber sinar, tempat sampel, monokromator, detektor dan readout. Sumber sinar

yang lazim dipakai dalam spektrofotometer serapan atom adalah lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*). Lampu ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan anoda. Katoda sendiri berbentuk silinder berongga yang terbuat dari logam atau dilapisi dengan logam tertentu. Tabung logam ini diisi dengan gas mulia (neon atau argon) dengan tekanan rendah (10-15 torr). Neon biasanya lebih disukai karena memberikan intensitas pancaran lampu yang lebih rendah. Salah satu kelemahan penggunaan lampu katoda berongga adalah satu lampu digunakan untuk satu unsur saja (Gandjar, 2010).

Prinsip kerja SSA adalah penyerapan sinar dari sumbernya oleh atom bebas yang dibesarkan oleh nyala dengan panjang gelombang tertentu. Secara lebih rinci yaitu sampel dianalisis berupa liquid dihembuskan kedalam nyala api burner dengan bantuan gas bakar yang digunakan bersama oksidan (bertujuan untuk menaikkan temperatur) sehingga dinaiikan kabut halus. Atom-atom keadaan dasar yang berbentuk dalam kabut dilewatkan pada sinar dan panjang gelombang yang khas. Sinar sebagian diserap, yang disebut absorbansi dan sinar yang diteruskan emisi. Penyerapan yang terjadi berbanding dengan banyaknya atom keadaan dasar yang berada dalam nyala. Pada kurva absorbs, terukur besarnya sinar yang diserap, sedangkan kurva emisi, tekstur intensitas sinar yang dipancarkan (Napitupulu, 2008).



Gambar 2.4 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Ditinjau dari hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, maka hukum Lambert Beer dapat digunakan jika sumbernya adalah monokromatis. Pada spektrofotometer serapan atom (SSA), panjang gelombang garis absorpsi resonansi identik dengan garis-garis emisi disebabkan keserasian transisinya. Untuk bekerja pada panjang gelombang ini diperlukan suatu monokromator celah yang menghasilkan lebar puncak sekitar 0,002-0,005 nm. Sangat jelas pada teknik Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), diperlukan sumber radiasi yang mengemisikan sinar pada panjang gelombang yang tepat sama pada proses absorpsinya (Kadir, 2013).

Adapun kelebihan yang dimiliki oleh spektrofotometer serapan atom (SSA), yaitu:

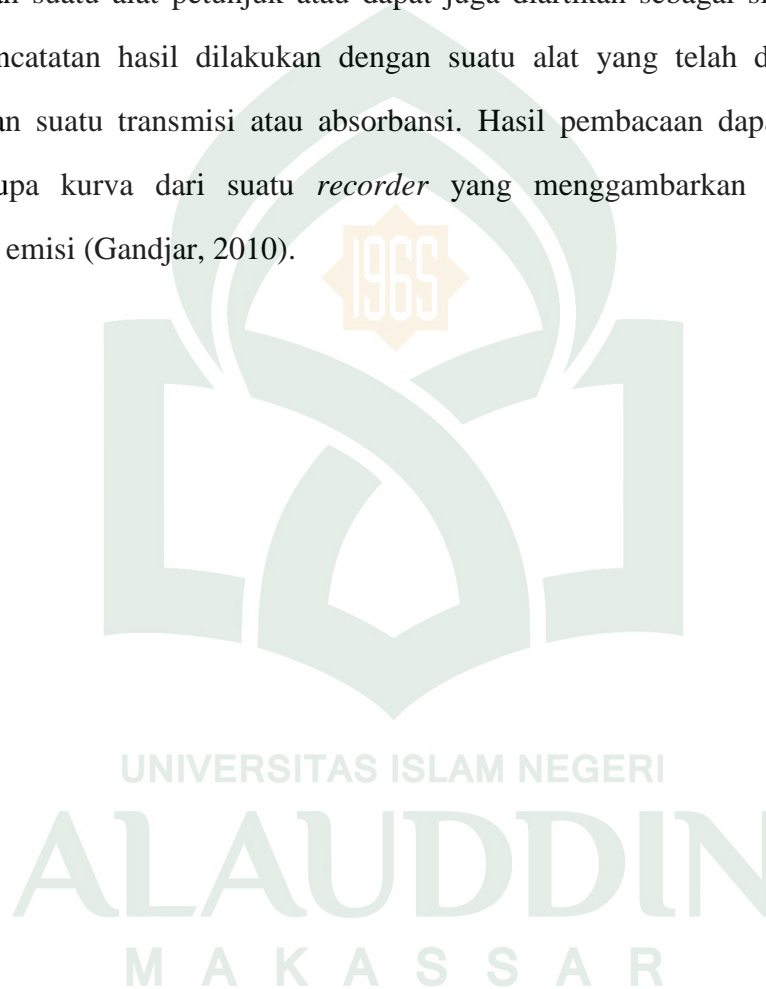
1. Menganalisis konsentrasi logam berat dalam sampel secara akurat karena konsentrasinya yang terbaca pada alat SSA berdasarkan banyaknya sinar yang diserap berbanding lurus dengan kadar zat.
2. Menganalisis sampel sampai kadar rendah, sedangkan pada metode lain seperti volumetric hanya dapat menganalisis pada kadar yang tinggi.
3. Analisis sampel dapat berlangsung lebih cepat.

Adapun kelemahan yang dimiliki oleh spektrofotometer serapan atom (SSA), yaitu:

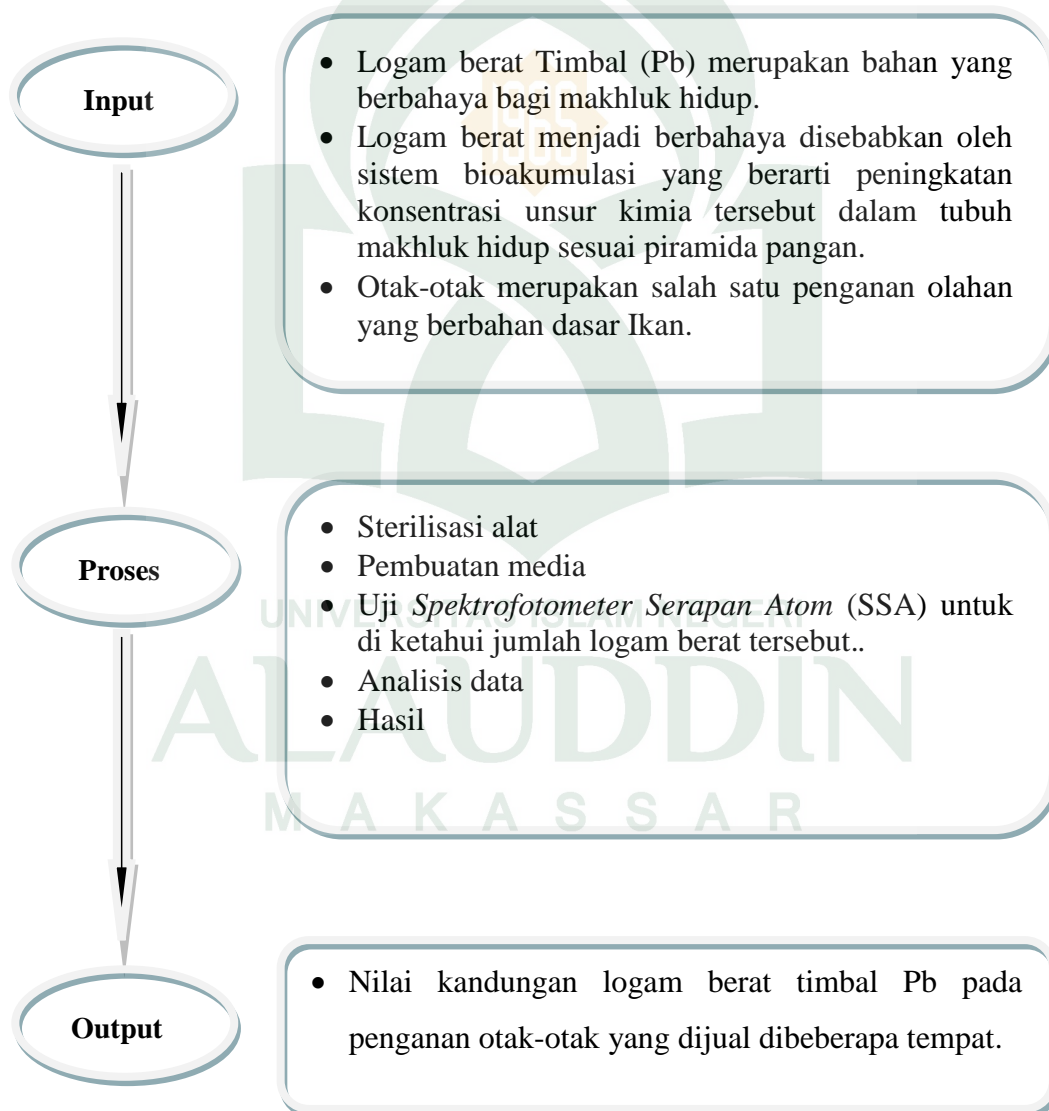
1. Hanya dapat menganalisis logam berat dalam bentuk atom-atom, SSA menganalisis logam berat dari atom-atom karena tidak berwarna.
2. Sampel yang dianalisis harus dalam keadaan suasana asam, sehingga semua sampel yang akan dianalisis harus dibuat dalam suasana asam dengan pH antara 2 sampai 3.
3. Biaya operasional lebih tinggi dan harga peralatannya yang mahal.

Analisis dengan spektrofotometer serapan atom (SSA), sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan asam. Ada berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom yaitu: dengan nyala (*flame*) dan dengan tanpa nyala (*flameless*). Monokromator dimaksudkan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Disamping sistem optik, dalam monokromator juga

terdapat suatu alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu yang disebut *chopper*. Sedangkan detektor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui tempat pengatoman. Biasanya digunakan tabung penggandaan foton (*Photomultiplier tube*). Komponen SSA yang lain adalah *readout*. *Readout* merupakan suatu alat petunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah dikalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau absorbansi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari suatu *recorder* yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar, 2010).



### F. Kerangka Fikir



### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

##### ***A. Jenis dan Pendekatan Penelitian***

Jenis penelitian ini adalah kualitatif deskriptif yaitu, menggambarkan, meringkas berbagai kondisi, situasi atau fenomena sosial yang ada di masyarakat dan berupaya menarik realitas itu ke permukaan sebagai ciri, karakter, sifat, model, tanda atau gambaran tentang kondisi, situasi atau fenomena tertentu (Sugiyono, 2013). Pendekatan kualitatif deskriptif menggambarkan tentang analisis Logam berat timbal (Pb) pada penganan otak-otak yang beredar di kota Makassar.

##### ***B. Lokasi Penelitian***

Lokasi penelitian yaitu di Laboratorium riset dan Organik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, dengan pengambilan sampel penganan otak-otak di beberapa toko oleh-oleh di kota Makassar. Penelitian ini dilakukan pada Tgl 3 Februari – 6 Februari 2018.

##### ***C. Populasi dan Sampel***

1. Populasi pada penelitian ini yaitu penganan otak-otak yang beredar di kota Makassar.
2. Sampel yang digunakan yaitu panaganan otak-otak yang dijual dari beberapa toko yang beredar di kota Makassar.



#### ***D. Variabel Penelitian***

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel tunggal yaitu analisis logam berat timbal (Pb) pada panganan otak-otak yang beredar di kota Makassar.

#### ***E. Definisi Operasional Variabel***

1. Otak-otak merupakan panganan hasil olahan yang berbahan dasar yaitu ikan tenggiri dan ikan bandeng.
2. Logam berat timbal (Pb) yang terdapat pada panganan otak-otak secara operasional didefinisikan sebagai kadar atau jumlah logam berat (Pb) yang dinyatakan dalam ppm. yang dianalisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

#### ***F. Metode pengumpulan data***

1. Observasi (pengamatan) yaitu observasi langsung terhadap kegiatan instansi dan mencatat hasil observasi.
2. Dokumentasi yaitu pengambilan data melalui dokumen tertulis maupun elektronik dengan menggunakan kamera.
3. Analisis yang dilakukan yaitu dengan menganalisis atau mengukur logam berat dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

### **G. Instrument Penelitian (Alat dan Bahan)**

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

#### **1. Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kamera, Pipet ukur, Mortar, Pestle, Gelas kimia 300 ml, botol semprot, plastik steril, labu Erlenmeyer 100 ml, cawan petri, labu takar 100 ml, lemari asam, neraca analitik, Hotplate, sarung tangan, Masker Batang pengaduk, computer, dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

#### **2. Bahan Penelitian**

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penganan otak-otak, kertas saring whatman, kertas saring *whatman*, Aquabides, asam nitrat  $\text{HNO}_3$ , asam perklorat  $\text{HClO}_4$ , larutan induk timbal (Pb).

### **H. Prosedur Kerja**

Adapun prosedur kerja dalam penelitian ini yaitu:

#### **1. Tahap persiapan**

Pada tahap persiapan ini, peneliti melakukan observasi lokasi dari beberapa toko otak-otak. Hal ini dilaksanakan untuk memastikan populasi penelitian dan memastikan sampel otak-otak yang akan diteliti masih tersedia dan dapat dijadikan sebagai bahan penelitian yang akan dianalisis.

#### **2. Tahap pengambilan sampel**

Pengambilan sampel dilakukan pada tgl 4 Januari 2018. Pengambilan sampel dilakukan di lima tempat, setiap tempat diambil lima buah otak-otak secara random, sampel yang diambil kemudian dimasukkan kedalam kantong. Kemudian dibawa ke

Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar untuk dianalisis.

### **3. Tahap preparasi sampel**

Tahap pengukuran ini dilakukan dengan mencampur dari lima sampel setiap titik pengambilan sampel. Menimbang sampel sebanyak 5 gr kemudian digerus dengan menggunakan mortal dan pastel kemudian dimasukan di dalam satu wadah untuk setiap titik pengambilan sampel.

### **4. Tahap analisis**

Analisis diawali dengan proses dektruksi dan penimbangan sampel sebanyak 5 gr, kemudian dimasukan kedalam labu erlenmeyer, lalu ditambahkan aquabidest sebanyak 100 ml, kemudian ditambahkan larutan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) sebanyak 5 ml kemudian dipanaskan di atas *hotplate* sampai mendidih selama kurang dari 2 jam hingga sampai volume 25 ml (batas minisqus), lalu mendinginkan larutan. kemudian didinginkan. Setelah itu, dilakukan tahapan penyaringan dengan menggunakan kertas whatman. Kemudian dilakukan tahap pengenceran dengan aquabidest sebanyak 50 ml, lalu diuji dengan menggunakan Spekrtofotometer Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui konsentrasi logam berat Timbal (Pb) pada penganan otak-otak yang beredar di kota Makassar.

### **5. Pembuatan larutan induk dan larutan standar**

Memipet larutan baku timbal (Pb) 1000 ppm sebanyak 5 mL. Kemudian memasukkannya kedalam labu takar 50 mL. Lalu mengencerkan dengan menggunakan aquabidest ( $\text{H}_2\text{O}$ ) hingga mencapai tanda batas, kemudian kocok dan menghomogenkannya.

Melakukan sterilisasi semua alat yang akan digunakan dengan mencuci memakai aquabidest (H<sub>2</sub>O). Kemudian memipet larutan baku 10 ppm sebanyak 0,1 mL, 0,2 mL, 0,5 mL, 1 mL dan 2 mL untuk larutan baku timbal (Pb). Lalu memasukkan masing-masing kedalam labu takar 50 mL. Mengencerkan dengan menggunakan aquabidest hingga tanda batas labu kemudian menghomogenkannya. Selanjutnya menyalakan spektrofotometer serapan atom (SSA) dan komputer yang tersambung dengan SSA. Menginput data kedalam komputer dan memasukkan satu persatu ke 5 larutan baku timbal (Pb) kedalam SSA dan mengontrolnya pada komputer. Setelah itu menginput data kedalam komputer dan memasukkan satu persatu dari 10 sampel kedalam SSA dan mengontrolnya pada komputer maka hasil data mentahnya akan muncul pada computer

### **I. Tahap pengolahan data**

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data dari analisis logam berat berupa nilai konsentrasi yang telah di dapatkan untuk menetapkan kandungan logam berat Timbal (Pb), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{c \times V}{a}$$

Keterangan :

- C : Kandungan logam dalam sampel (µg/g) atau ppm
- c : Konsentrasi larutan sampel (True value)
- V : Volume penetapan / pengenceran (mL)
- A : Berat sampel basah (gram) (*Sumber: Volume perhitungan kandungan logam berat sampel, Instalasi Kimia Kesehatan Laboratorium Kesehatan Kota Makassar, 2010*).

### **1. Analisis data**

Data yang diperoleh diolah secara deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar dengan parameter yaitu kadar logam berat Timbal (Pb) pada makanan otak-otak yang beredar dikota makassar.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam menganalisis kandungan logam berat timbal (Pb) di beberapa toko di kota Makassar dengan pengambilan sampel pada lima titik yang diberi kode yaitu A, B, C, D, dan E. Kadar logam timbal (Pb) yang diperoleh pada pangan otak-otak masih dibawah ambang batas menurut SNI No.7387 : 2009 yaitu 2.0 mg/kg, dapat dilihat pada tabel 4.1.

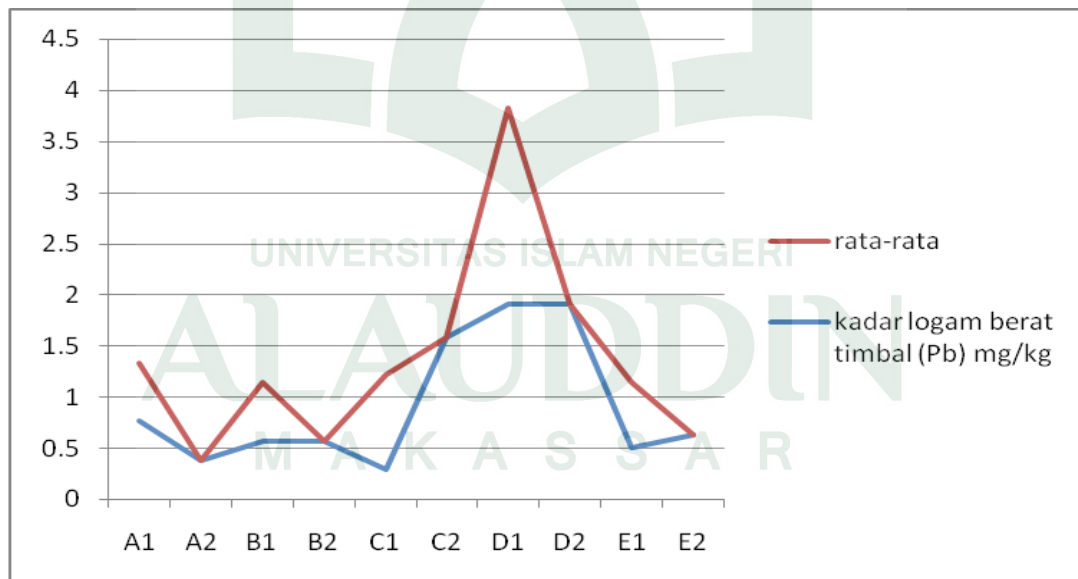
Tabel 4.1 kadar logam berat timbal (Pb) pada otak-otak

Sampel	Kadar logam berat timbal (Pb) mg/kg	Rata-rata
A1	0.764	0.573
A2	0.382	
B1	0.573	0,573
B1	0.573	
C1	0.292	0.935
C2	1.578	
D1	1.91	1.91
D2	1.91	
E1	0.508	0.636
E2	0.636	

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Kimia Riset Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi (2018)

Keterangan:

- A1 : Otak-otak pada titik 1 uji pertama  
 A2 : Otak-otak pada titik 1 uji kedua  
 B1 : Otak-otak pada titik 2 uji pertama  
 B2 : Otak-otak pada titik 2 uji kedua  
 C1 : Otak-otak pada titik 3 uji pertama  
 C2 : Otak-otak pada titik 3 uji kedua  
 D1 : Otak-otak pada titik 4 uji pertama  
 D2 : Otak-otak pada titik 4 uji kedua  
 E1 : Otak-otak pada titik 5 uji pertama  
 E2 : Otak-otak pada titik 5 uji kedua



Gambar 4.1 kadar logam berat timbal (Pb) pada lima titik pengambilan sampel di kota Makassar.



## **B. Pembahasan**

Salah satu jenis logam berat yang dapat menyebabkan pencemaran adalah logam timbal (Pb) dan macam-macam persenyawaannya, yang dapat masuk ke lingkungan terutama sebagai efek samping dari aktivitas manusia. Timbal merupakan salah satu logam non esensial yang dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis karena sifat dari logam berat yaitu dapat terakumulasi dalam tubuh. Selain diduga karsinogenik, logam timbal (Pb) dapat menyebabkan gangguan pada pencernaan, terutama pada ginjal dan hati, serta kerusakan tulang (Palar, 1994).

Logam timbal di bumi jumlahnya sangat sedikit, yaitu 0,00002% dari jumlah kerak bumi bila dibandingkan dengan jumlah kandungan logam lainnya yang ada di bumi. Timbal adalah logam yang mendapat perhatian karena bersifat toksik melalui konsumsi makan, minuman, udara, air serta debu yang tercemar timbal. Intoksikasi Pb bisa terjadi melalui jalur oral, lewat makanan, minuman, pernapasan, kontak lewat kulit, dan kontak lewat parenteral. Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil timbal (Pb) diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut (Wahyu, 2008).

Berdasarkan penelitian terdahulu logam berat timbal (Pb) dalam tubuh ikan ditemukan pada organ daging, usus, hati, dan ginjal. Keberadaan logam berat timbal (Pb) pada usus disebabkan karena logam berat timbal (Pb) masuk ke dalam jaringan tubuh ikan salah satunya melalui saluran pencernaan. Absorpsi melalui saluran pencernaan lebih rendah dibandingkan melalui saluran pernapasan, tetapi logam yang masuk ke dalam saluran pencernaan biasanya cukup besar, walaupun absorpsinya

kecil. Alat pencernaan seperti usus sebagai saluran pencernaan dan hati sebagai produksi enzim pencernaan selalu mengalami gangguan oleh pengaruh logam toksik timbal (Pb). Toksisitas logam pada saluran pencernaan (hati dan usus) juga dapat terjadi melalui air yang mengandung dosis toksik logam. Perubahan patologi pada saluran pencernaan terutama pada hati memakan waktu yang lebih cepat (12 jam) dibandingkan pada insang (20 jam) (Darmono, 2001).

Salah satu kelemahan ikan sebagai makanan ialah sifatnya yang mudah busuk setelah ditangkap dan mati. Oleh karena itu, ikan perlu ditangani dengan baik agar tetap dalam kondisi yang layak dikonsumsi oleh konsumen (Yusra dan Efendi, 2010). Proporsi ikan yang dipasarkan dalam keadaan segar masih cukup besar, sekitar 67,1% dari tangkapan perikanan laut pada tahun 2009 dipasarkan dalam keadaan segar dan sisanya diolah dalam bentuk produk ikan kering/asin (13,24%), ikan pindang (2,97%), ikan fermentasi (0,65%), ikan asap (2,52%), ikan beku (10,56%), ikan kaleng (1,53%), tepung ikan (0,76%), serta jenis produk lainnya (0,68%) (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2011).

Logam berat pada tubuh manusia biasanya terakumulasi pada beberapa organ tubuh seperti ginjal, hati, kuku, jaringan adiposa, dan rambut. Logam berat yang masuk kedalam tubuh bereaksi dengan gugus S pada enzim. Enzim yang telah terkontaminasi oleh logam berat tersebut menjadi tidak aktif. Hal ini mengakibatkan metabolisme tubuh akan terganggu. Apabila metabolisme tubuh mengalami gangguan yang lebih lanjut dapat mengakibatkan kematian (Saeni, 2000).

Pengambilan sampel otak-otak yang diperoleh dari lima titik di kota Makassar yang dipilih secara acak. Dari lima titik tersebut merupakan tempat yang banyak dikunjungi masyarakat untuk membeli otak-otak sebagai oleh-oleh. Melihat bahan

dasar dari pembuatan otak-otak ini adalah ikan dan berbagai peralatan yang terbuat dari logam merupakan suatu indikator terjadinya kontaminasi logam, seperti logam berat timbal (Pb).

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) ambang batas berdasarkan Standar Nasional Indonesia NO.7387/2009 logam timbal Pb pada olahan penganan 2.0 mg/kg (SNI, 2009). Kadar Pb yang paling tinggi yaitu 3.0 mg/kg dapat menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan. Berdasarkan hasil penelitian analisis logam berat timbal (Pb) pada penganan otak-otak ikan tenggiri (*scomberomorus comersson*) pada titik A menunjukkan kadar logam timbal (Pb) adalah 0,573 mg/kg, pada titik B adalah 0.573mg/kg, pada titik C adalah 0,935 mg/kg, pada titik D adalah 1.91 mg/kg dan titik E adalah 0.636 mg/kg yaitu kadar logam berat timbal (Pb) masih dibawa ambang batas yang telah ditentukan. Oleh karena itu penganan otak-otak yang beredar di kota Makassar masih layak untuk dikonsumsi. Namun harus tetap waspada karena tidak menutup kemungkinan ditempat dan makanan hasil olahan yang lainnya telah terhindar dari sumber pencemar. Walaupun hasil yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan dibawa ambang batas, namun jika dikonsumsi terus menerus bisa terakumulasi dalam tubuh.

Keistimewaan dari penganan otak-otak ikan, yaitu adanya kandungan karbohidrat yang tinggi. Karena penganan otak-otak merupakan terbuat dari bahan baku yaitu ikan. Otak- otak tersebut dapat digunakan sebagai alternatif atau makanan tambahan untuk memperbaiki gizi pada pertumbuhan. Karbohidrat menyediakan kebutuhan dasar yang diperlukan oleh tubuh (Irianto, 2006).

Agama islam sebagai agama yang rahmatan lil 'alamin, yang peduli terhadap hamba-Nya, senantiasa memberikan yang terbaik. Tidak ada satupun ketetapan Allah

swt yang yang sia-sia. Misalnya ketetapan Allah swt dalam menentukan halal haram sesuatu seperti makanan dan minuman. Allah swt telah menentukan bahwa daging babi haram dan berdasarkan penelitian, daging babi mengandung cacing pita yang berbahaya untuk tubuh.

Adapun ayat yang berkaitan dengan makanan yang sehat dalam pandangan Islam adalah Allah stw berfirman dalam QS. An-Nalh/16:114.

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِيَآئِهِ تَعْبُدُونَ ١١٤

Terjemah:

“Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu dan syukurilah nikmat Allah swt, jika kamu hanya kepadanya saja menyembah (Kementrian Agama RI, 2012).

Dalam ayat ini Allah memerintahkan ummat Islam untuk mengonsumsi makanan yang halal dan baik (*thayyib*). Mengonsumsi makanan tidaklah cukup hanya yang halal saja, namun juga harus yang baik (*thayyib*). Atau yang sering kita kenal dengan istilah halalan tayyiban.

Halalnya makanan ditinjau dari tiga hal, yaitu hala wujudnya/zatnya, halal secara memperolehnya dan halal cara mengelolanya. Allah telah menentukan berbagai jenis makan yang halal sebagai berikut:

- a. Semua jenis makanan yang tidak diharamkan oleh Allah dan Rasul-Nya.
- b. Semua jenis makanan yang tidak kotor dan tidak menjijikan.
- c. Semua jenis makanan yang tidak mendatnagkan mudarat, tidak membahayakan kesehatan tubuh, tidak merusak akal, serta tidak merusak moral dan akidah.

Selain makan yang halal, kita juga diwajibkan untuk mengonsumsi makanan yang *thayyib*. Pengertian *thayyib* di sini adalah makanan yang memiliki kandungan gizi dan nutrisi yang cukup sehingga bermanfaat bagi tubuh. Di dalam ayat ini, Allah juga memerintahkan kita untuk mensyukuri nikmat Allah. Makan yang tersebar di atas muka bumi ini dari jenis hewan dan tanaman yang semuanya merupakan nikmat Allah swt, yang besar yang seharusnya disyukuri oleh manusia. Satu cara mensyukuri nikmat Allah swt ialah dengan dengan cara mengucapkan kata syukur dengan membaca “Alhamdulillah” sewaktu memanfaatkannya menurut petunjuk Allah dan Rasul\_Nyaseperti memakannya atau menjual belikannya.

Halal dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang dibenarkan (tidak dilarang) penggunaan atau pemakaiannya. Menurut al-Qur'an, semua makanan yang baik dan bersih dan halal. Selain itu kata “halal” berasal dari kata yang berarti “lepas” atau “tidak terkait. Sesuatu yang halal adalah yang terlepas dari ikatan bahaya duniawi dan ukhrowi. Karena itu kata “halal” juga berarti “boleh”. Dalam bahasa hukum, kata ini mencakup segala sesuatu yang diperbolehkan dan itu bersifat sunnah, anjuran untuk dilakukan, makruh (anjuran untuk ditinggalkan) maupun mubah (netral dan boleh-boleh saja), tetapi tidak dianjurkan, atau dengan kata lain hukumnya makruh (shihab, 1996).

Al-qur'an, kata halal dan haram juga diungkapkan dengan kata lain, yaitu *thayyiban*, berdasarkan ayat diatas, yang termasuk kategori *thayyiban* mencakup semua yang dianggap baik dan dinikmati oleh manusia tanpa adanya nash atau dalil pengharamannya. Para ahli tafsir ketika menjelaskan kata *thayyib* dalam konteks perintah makanan mengatakan bahwa ia berarti makan yang tidak kotor dari segi zatnya atau rusak (kadaluarsa), atau dicampuri benda najis. Ada juga yang

mengertikannya sebagai makan yang mengundang selera bagi yang akan memakannyayang tidak membahayakan fisik dan akalnya. Sehingga kata thayyib dalam makanan adalah makanan sehat ( makanan yang mengandung zat gizi dan cukup seimbang), proporsional, sesuai dengan kebutuhan pemakan dengan tidak berlebihan dan tidak kurang aman(terhindar dari siksa Tuhan baik yang didunia maupun yang di akhirat) tentunya sebelum itu adalah halal (Shihab, 2000).

Dari keterangan tersebut, dapat dikatakan bahwa makanan seseorang sangat berpengaruh dalam perilakunya sehari-hari. Dan makanan yang dimasukkan kedalam perutnya itu bersih dan halal, maka dengan sendirinya ia akan selalu cenderung kepada perbuatan baik. Sebaliknya, maknan kotor dan haram ia akan selalu cenderung kepada perbuatan buruk dan keji. Islam menetapkan segala sesuatu yang diciptakan Allah adalah halal.

Adapun solusi agar makan terhindar dari kotoran, najis, dan haram adalah harus lebih waspada mulai dari cara memilih bahan mananan, memperoleh makanan, mengelola makanan serta sampai dengan mengonsumsinya. Cara agar makanan terhindar dari sumber pencemar yaitu dengan cara memperhatikan kebersihan disekitar lingkungan terkhusus pada sekitar penjualan maupun pertokoan agar membuang sampahnya tidak disembarang tempat, dan sekitar rumah tidak membuang limbah rumah tangga langsung keperairan agar ekosistem di dalam perairan tidak tercemar oleh logam timbal (Pb) yang sangat berbahaya sehingga dapat menimalisir kadar logam dalam perairan, apabila logam berat timbal (Pb) telah terakumulasi dalam tubuh manusia ditamba lagi dalam jangka yang sudah cukup lama akan mengakibatkan penyakit akut ataupun kronis.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kadar logam berat timbal (Pb) pada penganan otak-otak yang beredar di kota Makassar adalah pada titik A menunjukkan kadar logam timbal (Pb) adalah 0,573 mg/kg, pada titik B adalah 0,573mg/kg, pada titik C adalah 0,935 mg/kg, pada titik D adalah 1.91 mg/kg dan titik E adalah 0.636 mg/kg yaitu masih dibawa standar SNI No.7387 ; 2009 yaitu 2,0 mg/kg, sehingga penganan otak-otak aman untuk dikonsumsi.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan logam berat timbal (Pb) pada olahan penganan yang lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: Andi Yogyakarta, 2012
- Aditya Nugroho dkk. *Pengaruh Bahan Pengikat Dan Waktu Penggorengan Terhadap Mutu Produk Kaki Naga Ikan Tenggiri (Scomberomorus Sp)*. Jawa tengah; 2014
- Agustina, Christin. *Keamanan Mikrobiologis Makanan Jajanan dari tiga Kantin Sekolah di Bogor*. Bogor; Institut Pertanian Bogor; 2010.
- Ashshiddiqi, Hasbi. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Kementerian Agama RI, 2009
- BADAN STANDARISASI NASIONAL, *Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*, SNI 7387:2009 (2009).
- BPOBPOM. *Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dan Kimia Dalam Makanan*. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.1.52.4011, Jakarta, 2009.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2009. *SNI 7387: 2009 Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Chojnacka, K. "Biosorption of Cr (III) Ions by Eggshells". *J. Hazard Mater B*. (2005); 167-173.
- Connel. D. W. and Miller. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia, 1995.
- Dahuri, R., 2012. *Keanekaragaman Hayati Laut*. Aset Pembangunan Berkelanjutan
- Darmono, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*. Jakarta: Universitas Indonesia Press, 2001.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Darmono. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press), 1995.
- Diana Candra Dewi. "Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah Dan Destruksi Kering". Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki. 2012.
- Diliyana, Yudha Fika. "Studi Kandungan Merkuri (Hg) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Sekitar Perairan Rejoso Kabupaten Pasuruan". *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang, 2008.
- Fadhlan, Afnan. "Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Bandeng (*Chanos-chanos*) Di Beberapa Pasar Tradisional Kota Makassar". *Skripsi*, Makassar: UINAM, 2016.
- Fardiaz, S. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius, 1992.
- Febrina Ayu Triandini. "Pengetahuan, Sikap Penjamah Makanan Dan Kondisi Higiene Sanitasi Produksi Otak-Otak Bandeng Di Kabupaten Gresik"

- Surabaya. Program Studi S1 Pendidikan Tata Boga Fakultas Teknik Universitas Negeri, 2015.
- Gobel, Risco B. Mikrobiologi Umum Dalam Praktek. Universitas Hasanuddin, Makassar, 2008.
- Haas. E.M. Cadmium Staying Healthy With Nutrition: *The Complete Guide Diet And Nutritional Nutritioncenter*. San Rafael ( 1984) [http://www.healthy .net](http://www.healthy.net). (13 maret 2006).
- Hutagalung HP. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat*. Jakarta: Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. P30-LIPI, 1991.
- Hutagalung, H.P. dan H. Razak.. Pengamatan Pendahuluan Kandungan Pb dan Cd dalam Air dan Beberapa jenis Hasil Laut di Muara Angke, Teluk Jakarta. *Oseanol: Indonesia* 15: 1 – 10. 1982.
- Jawetz, E., Melnick, J.L., dan Adelberg, E.A. *Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan*. Badan POM Nomor HK.00.06.1.52.4011 Tentang Penetapan Batas Maksimum Cemarkan Mikroba dan Kimia dalam Makanan. 2009.
- Kadir, Haryanto. “Biokonsentrasi Logam Berat Pb pada Karang Lunak *Sinularia polydactyla* di Perairan Pulau Laelae, Pulau Bonebatang dan Pulau Badi”. *Skripsi*. Makassar: Ilmu Kelautan UNHAS, 2013.
- Karsinah, Lucky, H.M., Suharto dan Mardiasuti, H.W. *Buku Ajar Kesehatan*. Jakarta: EGC, 1994.
- Kasim, K. dan S. Triharyuni. Status pemanfaatan dan musim penangkapan ikan tenggiri (*Scomberomorus spp.*) di Laut Jawa. *J. Lit. Perikan. Ind.* Vol.20 No. 4: 235-242. 2014
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, Keputusan Menteri Negara LH. No. KEP-51/MNKLH/I/2004 *Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan, Sekretaris Menteri Negara KLH*. Jakarta, 2004.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, Keputusan Menteri Negara LH. No. KEP-51/MNKLH/I/2004 *Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan, Sekretaris Menteri Negara KLH*. Jakarta, 2004.
- Kementrian Agama 2012
- Khopkar, S.M, *Konsep Dasar Kimia Anatik*. Terj. A. saptopraharjo. Jakarta: Universitas Indonesia Press, 2010. *Makalah disampaikan pada Kursus Pemantauan Pencemaran Laut IV*. LIPI UNESCOUNDP
- Naria, E. Mewaspadaai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) di Lingkungan Terhadap Kesehatan, *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17 (4), 66 – 72, 2005.
- Nontji. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan, 1993.
- Palar H. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Renika Cipta, 2008.
- Palar, H. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta, Jakarta, 1994.

- Pauly, D dan Martosubroto, P. *Baseline Studies of Biodiversity - The Fish Resources of Western Indonesia*. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1996.
- Sari DM. *Studi Keamanan Mikrobiologi dan Cemaran Logam Berat (Pb dan Cu) Makanan Jajanan Di Bursa Kue Subuh Pasar Senen*, Jakarta Pusat. [Skripsi]. Bogor: Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumber daya Keluarga Institut Pertanian, 2003.
- Shihab, Quraish M. *Tafsir Al-Mishbah, Pesan Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Tangerang: Penerbit Lentera Hati, 2010.
- Soenardi, Tuti. *Makanan Sehat Penggugah selera Makanan Balita*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- Sri Rahayu Hinelu, Herlina Jusuf, Ekawaty Prasetya<sup>1</sup>. "Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Kaleng Yang Beredar Di Pasar Modern Kota Gorontalo". Program Studi Kesehatan Masyarakat Kesehatan Lingkungan Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Negeri Gorontalo. 2014.
- Standar Nasional Indonesia. "Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan". Cara uji Kima-Bagian 5, SNI 2354.5:2011
- Sudarwin, , *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang, Tesis*, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang, 2008
- Sudarwin. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang, Tesis*, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang 2008.
- Sugiyono, Bioakumulasi Logam Hg dan Pb di Perairan Teluk Lampung, Propinsi Lampung, *Jurnal Sains MIPA*, 13 (1), 44 – 48. 2013.
- Sulistia Gun. *Farmakologi dan Terapi*, Ed.2, Jakarta: Farmakologi Fak. Kedokteran Universitas Indonesia, 1980.
- Sulistia, G, *Farmakologi dan Terapi*, Ed.2, Bagian Farmakologi Fak. Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, 1980.
- Supriyanto C., Samin, Z. Kamal. Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, Dan Cd Pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA). *Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 21-22 November 2007*.
- Tangerang: Penerbit Lentera Hati, 2010.
- Titin agustina. "Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan". TJP, Fakultas Teknik, UNNES 2010.
- Volk and Wheeler. *Mikrobiologi Dasar jilid 2*, Ed. V; Jakarta: Erlangga, 1990.

Wahyu, Widowati, A. Sastiono, dan R. Jusuf. *Efek Toksik Logam*. Bandung: Andi Yogyakarta, 2008.

Irawan A.. *Pengawetan Ikan dan Hasil Perikanan*. Solo: Penerbit Aneka, 1995.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis berwarna lengkap Zulfiani. Lahir di Batutandre pada tanggal 14 Agustus 1993 yang merupakan anak ke-2 dari 6 bersaudara dari pasangan Abdul.Kadir dan Sahida.

Adapun jenjang pendidikan yang telah dilalui diantaranya Sekolah Dasar di SDN 6/86 Labotto pada tahun 2000 hingga lulus npada tahun 2006. Pada tahun 2006 melanjutkan pendidikan Sekolah Menegah Pertama di SMP Negeri 1 Tanjung Harapan hinnga lulus pada tahun 2009. Tahun 2009 melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas PGRI Tanjung Harapan hingga lulus pada tahun 2012. Tahun 2012 hingga dengan skripsi ini, penulis terdaftar sebagai mwhasiswa Progran SI Jurusan Biologi Fakultas sains dan teknologi, Universitas islam negeri (UIN) alauddin Makassar dan telah dinyatakan lulus pada tanggal 26 maret 2018.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
ALAUDDIN  
M A K A S S A R

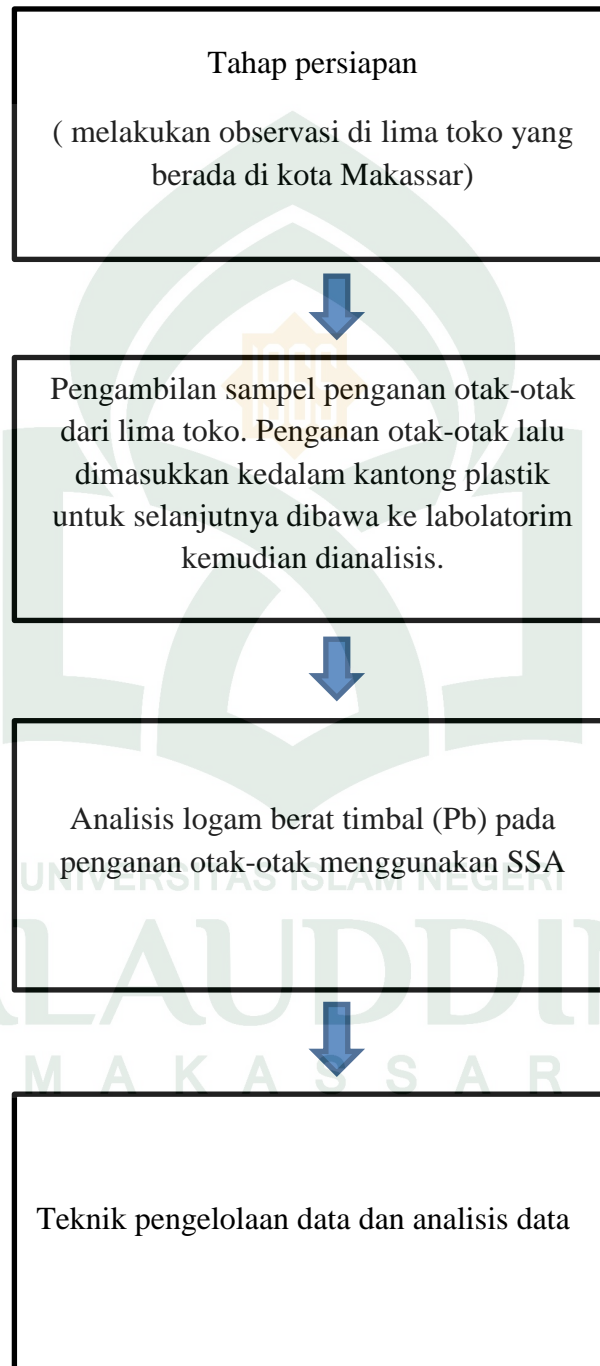


# **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## Lampiran 1

Diagram alur metode penelitian





## Lampiran 2 : Perhitungan Kadar Logam Berat Timbal (Pb)

### 1. Titik A

$$y = 0.0157 - 0.0006$$

$$-0.0012 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_1 = \frac{-0.0006 + 0.0012}{0.0157} = 0.0382 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= \frac{c \times V}{a} \\ &= \frac{-0.0382 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$= 0.764$$

$$-0.0009 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_2 = \frac{-0.0006 + 0.000}{0.0157} = 0.01911$$

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= \frac{c \times V}{a} \\ &= \frac{0.0191 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$= -0.382$$

Kadar rata – rata logam (Pb) pada sampel Otak – otak titik A

$$\begin{aligned} C &= \frac{x_1 + x_2}{2} \\ &= \frac{0.764 \text{ mg/kg} + 0.382 \text{ mg/kg}}{2} \end{aligned}$$

$$= 0.573 \text{ mg/kg}$$

## 2. Titik B

$$-0.0015 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_1 = \frac{-0.0006 + 0.0015}{0.0157} = 0.0573$$

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= \frac{c \times V}{a} \\ &= \frac{-0.0573 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$= 1.146 \text{ mg/kg}$$

$$-0.0015 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_2 = \frac{-0.0006 + 0.0015}{0.0157} = 0.0573$$

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= \frac{c \times V}{2} \\ &= \frac{-0.0573 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$= 1.146 \text{ mg/kg}$$

Kadar rata-rata logam timbal (Pb) pada sampel otak-otak titik B

$$\begin{aligned} C &= \frac{x_1 + x_2}{2} \\ &= \frac{-1.146 \text{ mg/kg} + 1.146 \text{ mg/kg}}{2} \\ &= 1.146 \text{ mg/kg} \end{aligned}$$

### 3. Titik C

$$-0.0017 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_1 = \frac{-0.0006 + 0.0017}{0.0157} = 0.0700$$

$$Pb = \frac{c + V}{a}$$

$$= \frac{0.0700 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}}$$

$$= -1.401 \text{ mg/kg}$$

$$-0.0018 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_2 = \frac{-0.0006 + 0.0018}{0.0157} = 0.0764$$

$$Pb = \frac{c \times V}{a}$$

$$= \frac{0.0764 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}}$$

$$= 1.528 \text{ mg/kg}$$

Kadar rata-rata logam timbal (Pb) pada sampel otak-otak titik C

$$C = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

$$= \frac{1.401 \text{ mg/kg} + 1.528 \text{ mg/kg}}{2}$$

$$= 1.465 \text{ mg/kg}$$

#### 4. Titik D

$$-0.0021 = 0.157 - 0.0006$$

$$x_1 = \frac{-0.0006 + 0.0021}{0.0157} = -0.0955$$

$$Pb = \frac{c \times V}{a}$$

$$= \frac{0.0955 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}}$$

$$= 1.9108 \text{ mg/kg}$$

$$-0.0021 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_2 = \frac{-0.0006 + 0.0021}{0.0157} = -0.0955$$

$$Pb = \frac{c \times V}{a}$$

$$= \frac{0.9554 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}}$$

$$= 1.910 \text{ mg/kg}$$

Kadar rata-rata logam timbal (pb) pada sampel otak-otak titik D

$$C = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

$$= \frac{19108 \text{ mg/kg} + 1.91083 \text{ mg/kg}}{2}$$

$$= 1.9108 \text{ mg/kg}$$

### 5. Titik E

$$-0.001 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_1 = \frac{-0.0006 + 0.001}{0.0157} = 0.0254$$

$$Pb = \frac{c + V}{a}$$

$$= \frac{-0.0254 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}}$$

$$= 0.5095 \text{ mg/kg}$$

$$-0.0011 = 0.0157 - 0.0006$$

$$x_2 = \frac{-0.0006 + 0.0011}{0.0157} = -0.0318$$

$$Pb = \frac{c \times V}{a}$$

$$= \frac{0.0318 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L}}{0.005 \text{ kg}}$$

$$= 0.636 \text{ mg/kg}$$

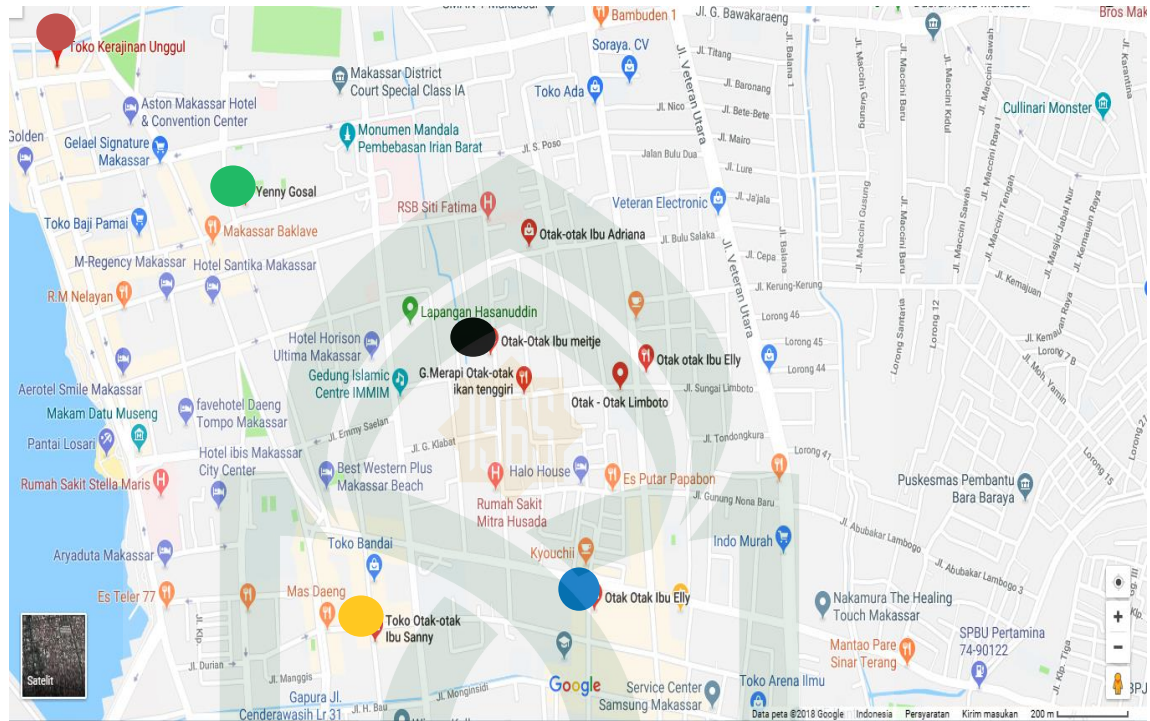
Kadar rata-rata logam timbal (Pb) pada sampel otak-orak titik E

$$C = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

$$= \frac{0.509 \text{ mg/kg} + 0.636 \text{ mg/kg}}{2}$$

$$= 0.573 \text{ mg/kg}$$


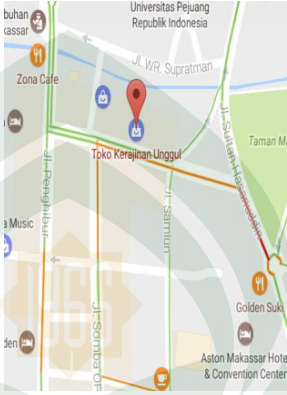

### Lampiran 3: Peta Lokasi Pengambilan Sampel






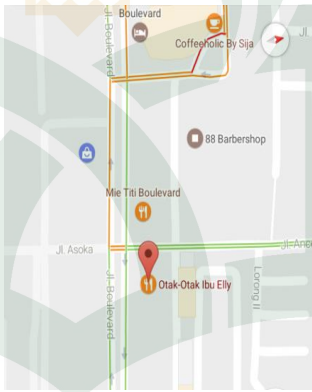


Keterangan :

- : Titik A
- : Titik B
- : Titik C
- : Titik D
- : Titik E

### Lanjutan

No	Toko	Alamat
1.	<p data-bbox="402 478 500 510">Titik A</p> <div data-bbox="418 533 1032 924">   </div>	<p data-bbox="1101 478 1430 548">Jln. Patimura Ps. Baru Lt. 1. No. 08, Kota Makassar</p>
2.	<p data-bbox="402 1056 500 1087">Titik B</p> <div data-bbox="418 1119 1032 1545">   </div>	<p data-bbox="1101 1056 1409 1125">Jln. Ince Nurdin. No. 01 Kota Makassar</p>



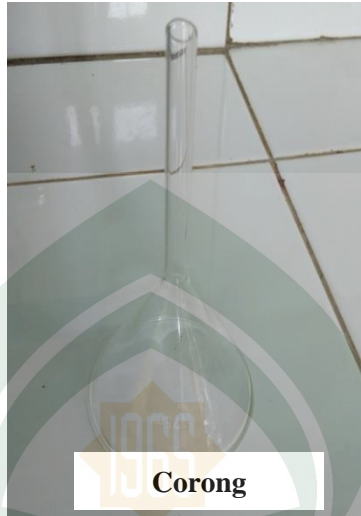
3.	<p>Titik C</p>  	<p>Jln. Gn. Merapi No. 18, Kota Makassar</p>
4.	<p>Titik D</p>  	<p>Jln. Maricaya Baru, No. 04 Kota Makassar.</p>
5.	<p>Titik E</p>  	<p>Jln. Singa, Bonto Biraeng, No. 09 Kota Makassar.</p>

**Lampiran 4: Tahap-tahap penelitian****Gambar 5: Toko Pengambilan Sampel**

Gambar 6: Alat



Labu Takar 100



Corong



Labu Takar 100



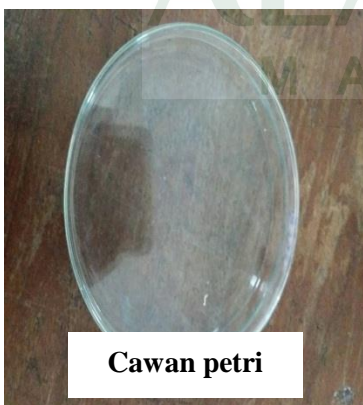
Pipet



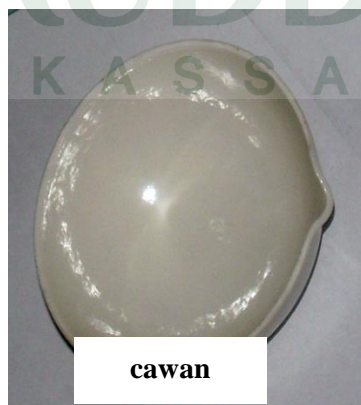
Hot Plate



Spatula



Cawan petri



cawan



Gelas kimia





**Botol semprot**



**Masker**



**Timbangan Analitik**

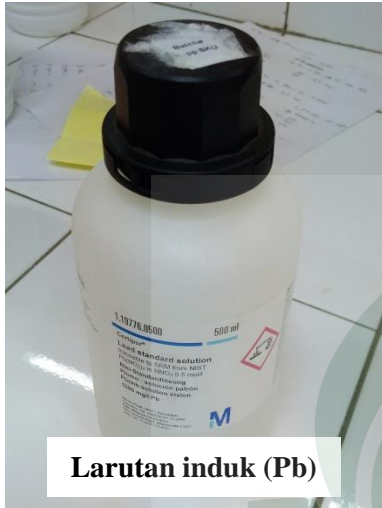


**SSA**

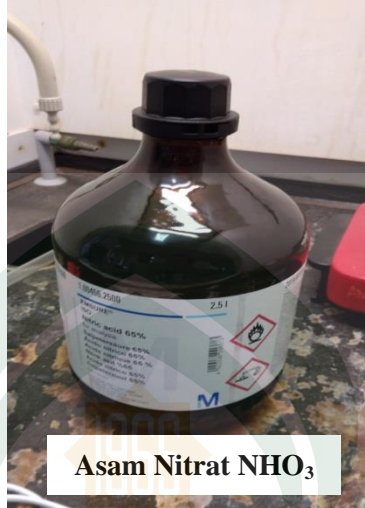


**Lemari Asam**

Gambar 7: Bahan



Larutan induk (Pb)

Asam Nitrat  $\text{NHO}_3$ 

Water One



Otak-Otak



Sampel Otak-Otak

Gambar 8: Destruksi







UNIVERSITAS ISLAM NEGERI





Gambar 9: Pembacaan Hasil SSA

